

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

**ERDŐTÜZEK MEGELŐZÉSI ÉS OLTÁSTECHNO-  
LÓGIAI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA**

Írta:

**Nagy Dániel**

levelező doktorandusz

Témavezető:

**Dr. Varga Szabolcs**

egyetemi tanár

Külső konzulens:

**Dr. Johann Georg Goldammer**

egyetemi tanár

**Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola  
„Erdővagyon Gazdálkodás” (E3) program**

**Nyugat-magyarországi Egyetem**

**Sopron**

**2008**

# ERDŐTÜZEK MEGELŐZÉSI ÉS OLTÁSTECHNOLÓGIAI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta: **Nagy Dániel**

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem **Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok**  
Doktori Iskolája „**Erdővagyon Gazdálkodás**” (E3) programja keretében

Témavezető: **Dr. Varga Szabolcs**

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton ..... % -ot ért el,

Sopron,

a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr. ....) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr. ....) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr. ....) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron, .....

.....  
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....  
Az EDT elnöke

## Tartalomjegyzék

<b>1</b>	<b>Bevezetés</b> .....	5
<b>2</b>	<b>A vegetációtüzek jellemzése</b> .....	7
2.1	Természetes vegetációtüzek.....	7
2.2	Antropogén vegetációtüzek .....	9
2.3	A Föld nagy tűz rezsimjei.....	12
2.4	Természetes tűzrezsimek változása antropogén hatásra.....	16
2.5	Tűzmenedzsment rendszerek, mint az „ok és okozat” kezelés eszközei.....	18
2.6	Összegzés.....	20
<b>3</b>	<b>Vegetációtüzek Európában</b> .....	22
<b>4</b>	<b>Erdő- és vegetációtüzek Magyarországon</b> .....	25
4.1	Magyarország adottságai az erdő és vegetációtüzek szempontjából .....	25
4.2	Alkalmazott módszer.....	25
4.3	Vegetációtűz adatgyűjtés Magyarországon .....	26
4.4	Új erdőtűz információs rendszer kialakítása.....	28
4.5	Új erdőtűz információs rendszer adatainak értékelése.....	30
4.6	Magyarországi vegetációtüzek csoportosítása.....	32
4.7	A magyarországi vegetációtípusok veszélyeztetettsége .....	33
4.8	A globális felmelegedés lehetséges hatásai a magyarországi vegetációtüzekre.....	36
<b>5</b>	<b>Vegetációtüzek megelőzésének módszerei</b> .....	38
5.1	Az erdőtüzek elleni védekezés jogforrási rendszere, mint a megelőzés alapja .....	39
5.2	Kommunikációs tevékenység .....	46
5.3	Erdőművelési módszerek.....	48
5.4	Ellenőrzött tüzek.....	58
5.5	Tűzjelző rendszerek.....	58
<b>6</b>	<b>Biomassza modellek statikus paramétereinek meghatározása</b> .....	60
6.1	A biomassza mennyiségének meghatározására szolgáló eljárások (szakirodalmi áttekintés).....	61
6.2	Biomassza modellek statikus paramétereinek meghatározásához alkalmazott módszer.. ..	65
6.3	Eredmények, Biomassza modellek statikus paramétereinek.....	68
<b>7</b>	<b>Biomassza modellek tűzterjedési viszonyai (tűzterjedési modellezés)</b> .....	70
7.1	Szakirodalmi áttekintés.....	70
7.2	Biomassza modellek tűzterjedési paramétereinek meghatározásához alkalmazott módszerek.....	74
7.3	A vizsgálatok eredményei.....	77
7.4	Következtetések.....	80

<b>8 Tűzterjedési modellezés gyakorlati alkalmazása a Szendrői Integrált vegetációtűz észlelési és döntéstámogatási rendszerben</b> .....	81
8.1 Kutatási terület ismertetése .....	81
8.2 Kamerás tűzdetektáló rendszer .....	81
8.3 Tűzterjedési modell alkalmazása .....	83
8.4 Tűzmodellező panel .....	84
8.5 Útvonaltervező panel .....	87
8.6 Archiváló panel .....	87
<b>9 A vegetációtűz-oltás hazai helyzete és fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata</b> .....	88
9.1 Magyarországon erdőtűz oltásnál alkalmazott felszerelés .....	88
9.2 Erdő és vegetációtűz oltáshoz javasolt speciális eszközök .....	95
9.3 Javasolt erdőtűzoltó felszerelés költséghatékonyságának vizsgálata .....	101
9.4 Magyarországon erdőtűzoltásnál alkalmazott taktika vizsgálata .....	105
9.5 Közvetett taktika alkalmazásának jogi vonatkozásai .....	110
9.6 Irányítási struktúra .....	112
<b>10 Eredmények (tézisek)</b> .....	115
<b>11 Köszönetnyilvánítás</b> .....	117
<b>12 Táblázatok jegyzéke</b> .....	118
<b>13 Ábrák jegyzéke</b> .....	119
<b>14 Felhasznált irodalom</b> .....	121
<b>15 Melléklet</b> .....	129

## 1 Bevezetés

Az erdőtüzekkel kapcsolatosan kevés kutatás folyt Magyarországon, melynek több oka is van. Egyrészt a hazai erdész társadalom - főleg a világ más területein pusztító tüzekhez viszonyítva - nem tartotta jelentős erdővédelmi problémának a tüzeket, másrészt a kontinentális, Közép-európai államigazgatási tradíciókból következően, és a technikai fejlődés miatt az erdőtüzek megelőzésének, oltásának feladatköre elvált egymástól, ami nem segítette az egységes, átfogó vegetációtűz kutatás kialakulását.

Ha egy kutató egy kevésbé kutatott szakterületre téved, az számos előnyt, de annál több hátrányt jelent. A vegetációtüzek kutatása a világ számos részén csaknem 100 éves múltra tekint vissza, s az idők során külön tudomány- és szakterületté vált. Különálló kutatócsoportok és kutatóintézetek foglalkoznak a vegetációtüzek egyes aspektusaival, megelőzésük, alkalmazásuk és oltásuk részkérdéseivel. Ez a hatalmas ismeretanyag azonban nem alkalmazható közvetlenül az európai és magyarországi körülmények és állományviszonyok között.

Az elmúlt évtized erdőtüzei megmutatták, hogy egyes hazai vegetációtípusokban is fennáll a nagyméretű tüzek keletkezésének reális veszélye, és a hazai gyakorlat mind a megelőzés, mind az oltás terén számos ponton változtatásra szorul. A kutatás fő kérdéscsoportjait ennek megfelelően egyrészt a további tűzökológiai kutatásokhoz elengedhetetlen tűzökológiai alapkutatások elvégzése, másrészt a gyakorlat által felvetett kérdések megválaszolása határozta meg.

A kutatás során nem törekedtem logikai pozitivista törvények keresésére, „a priori” ítéletek megfogalmazására, az értekezés célja a hazai problémák feltárása a nemzetközi tapasztalatok és a hazai viszonyok figyelembevételével, tudományos alapokon nyugvó, de a gyakorlatban hasznosítható javaslatok megtétele.

Az erdőtüzekkel kapcsolatos vizsgálódás multidiszciplináris szemléletet igényel, egyszerre vet fel társadalomtudományi, erdészeti-, tűzoltási, égéseméleti és vezetéseméleti kérdéseket. Ezért ez az értekezés talán felépítésében is kicsit eltér az erdővédelmi témájú dolgozatok zárt rendszerétől, hiszen a vegetációtüzek problémáját több oldalról (megelőzés, döntéstámogatás-modellezés, oltástechnológia) közelíti meg.

A modern vegetációtűz megelőzés és - oltás feltételei közül számos hiányzott az ezredforduló Magyarországon is.

Nem rendelkezünk:

- a tüzek megelőzését szolgáló tervezett PR tevékenységgel,
- az elmúlt évtizedben bekövetkezett erdő- és vegetációtüzek pontos adatbázisával,
- a felkészülést segítő előrejelző rendszerrel ill. mérési hálózattal,
- szervezett észlelési hálózattal, illetve a gyors beavatkozást lehetővé tevő kommunikációs rendszerrel,
- az erdő és vegetációs tüzek oltásához szükséges speciális eszközparkkal,
- az elhúzódo tüzek oltásának irányításához szükséges vezetési / szervezési struktúrával (logisztikai problémák),
- a vegetációs tüzek oltásához szükséges speciális ismeretanyaggal, és képzési rendszerrel,
- ez egységes erdőtűz szaknyelvi terminológia rendszerrel; bizonyos fogalmakat helytelenül, esetenként felcserélve használunk.

A kutatás célja

- a vegetációtüzek okainak, szerepének, jelentőségének értékelése globálisan, az ellenük való védekezési módszerek összegyűjtése,
- az elmúlt évtized magyarországi vegetáció tüzeiről rendelkezésre álló adatok összegyűjtése és elemzése,
- az összegyűjtött adatok alapján a magyarországi vegetációtüzek jellemzése, és kategorizálása,
- a vegetációtüzekre vonatkozó jogszabályok megfelelőségének vizsgálata,
- a vegetációtüzek megelőzési módszereinek áttekintése, hazai körülmények között alkalmazható módszerek ismertetése, kiválasztása, kidolgozása,
- a hazai erdőtűzoltás alkalmazott gyakorlatának elemzése szervezeti, technikai, taktikai, munkavédelmi szempontból,
- a tüzek elleni hatékony védekezés módszereinek és eszközeinek kidolgozása a nemzetközi tapasztalatok hazai alkalmazhatóságának figyelembe vételével,
- a hazai vegetációtípusok biomassa modellrendszerének kialakítása, statikus és dinamikus paraméterek mérése és számítása,
- vegetációtűz-oltási döntéstámogató rendszer kidolgozása egy kiemelten veszélyeztetett mintaterületre.

Az elmúlt hét esztendőben a vegetációtűz elleni védekezés és megelőzés számos szakterületével foglalkoztam különböző projektek-programok keretén belül, vagy kollégák-barátok felkérésére. A fent felsorolt célok közül néhány szétfeszíti egy doktori értekezés kereteit, illetve inkább gyakorlati szemléletet követel.

Egyes kiemelten érdekes és gyakorlati szempontból is fontos terület, mint a tűz időjárás index adaptálása, és az ellenőrzött tüzek alkalmazhatóságának vizsgálata további kutatásokat igényel, illetve e kutatások az értekezés megírásának idején még folyamatban vannak; de talán nem is baj, ha egy fiatal kutató tartalékol egy-két kutatási témát idősebb korára is.

## 2 A vegetációtüzek jellemzése

A tüzek a földtörténeti időktől kezdve jelentős hatással vannak a földi vegetációra. A vegetációtüzek jelentős filogenetikus és klimatikus hatása az elmúlt 100 millió év során általánosan elfogadott tény (Crutzen - Goldammer 1993). A korábbi földtörténeti korok pontos vegetációtüzekkel kapcsolatos történéseiről különböző elképzelések találhatók a szakirodalomban, de kétségtelen, hogy a negyedkor végén a természetes tüzek számos vegetációtípus kiterjedését, és összetételét befolyásolták. Körülbelül 1,5 millió évvel ezelőtt az ember is használni kezdte a tüzet, és folyamatosan megváltoztatta a korábban kialakult természetes tűzrezsimeket (Brain - Sillen 1988). Az emberi populáció és kultúra terjedésével az antropogén tüzek számos helyen „összekeveredtek” a természetes tüzekkel, és azok hatásával (Crutzen - Goldammer 1993). Napjaink számos nagyterületű erdőtürsulása alakult ki jelenlegi formájában antropogén tüzek hatására, mint például az ausztráliai eukaliptusz erdők, vagy a trópusi szavannák nagy része (Goldammer 1993). Ma már a föld legtöbb régiójában az ember által okozott (antropogén) tüzek sokkal nagyobb jelentőséggel bírnak, mint a természetes tüzek (Nagy 2004a).

### 2.1 Természetes vegetációtüzek

A természetes tüzek ökológiai hatása, hogy külső zavaró tényezőként félbeszakítja vagy megváltoztatja a növényegyedek, és növénytársulások fejlődését, regenerációját. Befolyásolja, és szabályozza a vegetáció, és az adott vegetációra épülő tápláléklánc interakcióját, és a főbb biológiai-biokémiai folyamatokat. Nagyobb térbeli, és időbeli léptéket tekintve a természetes tűz-klimax társulások dinamikus egyensúlyban vannak. A leégett vegetáció egyensúlyban van a regenerálódó vegetáció területével, és a tüzeknél légkörbe kerülő széndioxid mennyisége is körülbelüli egyensúlyban van a tűz utáni vegetációfejlődésnél megkötődő széndioxid mennyiséggel (Crutzen - Goldammer 1993).

#### 2.1.1 A természetes vegetációtüzek okai

A természetes tűz-klimax társulásokban a tűznek valamilyen természetes kiváltó oka van, ami legtöbbször a villámlás. De emellett más, néha meglepő természetes „tűzforrásokkal” is találkozunk. Annak ellenére, hogy napjainkban az antropogén tűz-kiváltó okok jelentősebbek, bizonyos régiókban még mindig jelentős a természetes tűz-okok által indított tüzek aránya (pl. Szibéria és Kanada lakatlan régióiban).

Amikor a kitöréskor szétrepülő vulkanikus törmelék, vagy a lávafolyam meggyújtja a környező vegetációt, **vulkáni tevékenység** okozta tüzekekről beszélünk. Bár ez nem nevezhető gyakorinak, mégis napjainkban is előforduló jelenség a vulkanikusan aktív régiókban. Indonéziában legutoljára 1991-ben a Sulawesi régióban a 8000 hektáros nemzeti park fele leégett vulkanikus tevékenység következtében. A vulkánkitöréseknek a közvetlen tűz-keletkeztető hatása mellett van közvetett hatásuk is, ami viharfelhő képződéshez, ezáltal villámlás által gyújtott

tüzekhez vezet. A vulkánkitörésnél a felső légköri szintekbe jutó por, és hamu részecskék kondenzációs magként segítik elő a trópusi-szubtrópusi régióban a csapadékképződést, ami a megfigyelések szerint gyakran viharokhoz vezet (Wilcoxson 1966).

A **vegetáció öngyulladás**a akkor következik be, amikor a bakteriális lebontás során keletkező hő nem képes távozni a környezetbe, és így a biomassza eléri a gyulladási hőmérsékletet. Napjainkban az öngyulladásnak, mint vegetációtűz-oknak nincs jelentősége, egyes szerzők viszont a földtörténeti korokban bekövetkezett nagy erdőtüzeket az öngyulladással magyarázzák (Komarek 1973).

Egy másik természetes vegetációtűz-ok lehet a **kőgörgeteg mozgásánál keletkezett szikra**. Ilyen tüzekekről számol be Dél-Afrikából Goldammer (1993). A kő- és sziklagörgetegeket kisebb földcsuszamlások, földrengések okozzák, de számos esetben különböző állatok: főleg majmok indítják el (Edwards 1984). A tűz kialakulásának feltétele ebben az esetben, hogy az adott társulásban a felszínen könnyen gyulladó, könnyű biomassza legyen, ami az afrikai gyepterületen adott. Indiában pedig a tűavar réteg felső szintjének nedvességtartalma olyan alacsony, hogy az szintén képes egy szikrától begyulladni.

A talajban található **égő széntelérekből a felszínre áttérjedő tűz** a trópusi esőerdők sajátossága, a folyamatot először Borneóról írták le. A tűz a telérekben évi 2-3 méter sebességgel halad, az égésről csak a talajrepedésekből felszálló égéstermékekből lehet következtetni (Seibert -Goldammer 1989).

A természetes vegetációtűz okok közül a **villámlásnak** volt, és van a legnagyobb jelentősége. A villámlás már a földtörténeti korokban is fontos természetes tűz ok volt, és ennek nyomai ma is megtalálhatók. Közvetlenül bizonyítják a harmad, és negyedkori villám okozta tüzeket azok a fosszilis leletek, ahol az elszenesedett fatörzseken láthatók a villámcsapás okozta repedések, valamint a fatörzs metszeteiken található ún. tűzévgyűrűk. A karbon kor és a harmadkor között keletkezett kőszén-telepeknél a telérekbe beágyazva számos fosszilis faszén-darab található, melyek eredete szintén a villámlásból keletkező tüzekre vezethető vissza (Mägdefrau 1953).

Napjainkban a trópusokon és a boreális régióban a legnagyobb a villámaktivitás. Az újabb műholdas megfigyelő rendszerek segítségével (DMSP<sup>1</sup> program) egyre pontosabb információkkal rendelkezünk a villámsűrűségről. A trópusokon a villámsűrűség ciklikusan változik, szinkronban a belső trópusi konvergencia zóna észak déli mozgásával (Turman-Edgar 1982, Orvill –Anderson 1986).

Az Egyenlítőtől távolodva a száraz évszak hossza folyamatosan növekszik, ezért a villám okozta tüzek száma is nő. Különösen kedvezőtlenek a száraz évszak végén jelentkező szárazviharok, amik a szavannákon és a lombhullató erdőkben kiszáradt gyepterület- és cserjevegetációt

---

<sup>1</sup> Defense Meteorological Satellite Program



gyűjtják meg. A boreális zónában a villám okozta tüzek elsősorban a tavaszi és nyári időszakokra jellemzőek, amit a vegetáció nedvességtartalma is nagymértékben behatárol.

## **2.2 Antropogén vegetációtüzek**

A tűz az egyik legalapvetőbb és a leghatásosabb terület-kezelési eszköz az emberiség kezében. Használatával hatalmas nyílt erdő, szavanna és gyepterületeket alakítottak ki a trópusokon és más régiókban is. Ez sok helyen biztosította a korlátozott számú őslakosságnak az ökoszisztéma tartamos használhatóságát, és megközelítette az egyensúlyi állapotot. A tűz számos vegetációs zónában hozzájárult a mai erdőtársulások kialakulásához, és a jövőben is fontos kezelési módszer marad számos védett társulás és bioszféra-rezervátum esetében.

Az emberi népesség növekedése miatt azonban a korábban az őslakosság által átalakított természetes tűzrezsimek sok helyen megváltoztak, nőtt a tűzfrekvencia, nagy területeken erodálódott a talaj, és ez zavarokat idézett elő a tápanyagkörforgásban valamint az ökoszisztémában (pl. trópusok, Földközi Tenger térsége). A régi egyensúlyban lévő rendszer destabilizálódott, megkezdődött a tűzrezsimek változása.

### **2.2.1 Az antropogén vegetációtüzek szocióökonómiai és kulturális háttere**

#### **2.2.1.1 Földváltó gazdálkodás**

A tűz alkalmazása a mezőgazdasági művelésben az egész földön elterjedt módszer volt, és a világ „fejlett” részében is csak az utóbbi fél évszázadban vesztette el jelentőségét. Ez egyrészt a tápanyag-utánpótlás más megoldásával másrészt bizonyos környezetvédelmi törekvésekkel magyarázható. Az ezt megelőző időszakban Európában a mediterrán területektől kezdve Németországon át Skandináviáig éppúgy jellemző volt a tűz használata a mezőgazdasági művelés során, mint Észak-Amerikában, vagy az egykori Oroszországban (Goldammer 1978, Montag 1990, Pyne 1982, Goldammer-Held-Nagy 2004). A világ fejlődő részében, elsősorban a trópusi területeken az ún. földváltó-gazdálkodás még ma is nagy jelentőséggel bír.

Maga a fogalom (az angolban „*shifting cultivation*”, németben „*Wanderfeldbau*”) számos különböző altípusát és változatát takarja a földváltó-gazdálkodásnak, melyek régióként, vagy kultúrkörönként is eltérő térbeli-időbeli módszereket alkalmazhatnak. A Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) meghatározás szerint a földváltó-gazdálkodás olyan mezőgazdasági művelési rendszer, melyben a viszonylag rövid mezőgazdasági művelést viszonylag hosszú ugaroltatási időszak követ. Az ugaroltatási időszak hossza minimum a mezőgazdasági időszak kétszerese (FAO 1982).

A földváltó-gazdálkodás a mezőgazdasági köztes-gazdálkodás egy formája, és az általános gyakorlat magában foglalja az erdővegetáció leégetését. A mezőgazdasági művelés előtt a területen található elsődleges vagy másodlagos erdőtársulás biomasszája kupacolva, vagy a területen szétterítve kerül elégetésre.

A XX. század második felében a földváltó-gazdálkodáson alapuló földművelés a fejlett régióban elvesztette szerepét. Európában elsősorban új termelési formák és természetvédelmi szempontok, Amerika északi részén pedig tűzvédelmi megfontolások miatt.

A 80-as évek elején kb. 500 millió ember élt földváltó gazdálkodásos földművelésből, ami kb. 240 millió hektár zárt erdőt, és mintegy 170 millió hektár nyílt erdőt érintett (FAO/UNEP 1982, FAO1985, Lanly 1985). Az évente földváltó-gazdálkodás miatt leégetett erdőterület a trópusokon kb. 41 millió hektár (Seiler - Crutzen 1980).

A mezőgazdasági művelés céljából leégetett területek mellett a földváltó-gazdálkodásos művelés a szomszédos területeken is növeli a vegetációtűz kockázatot. Az ilyen jellegű műveléssel érintett területek jelentős növekedése miatt a szomszédos erdőállományokban - mintegy peremhatásként - megváltoznak a mikroklimatikus viszonyok. A megváltozott fényviszonyok miatt az esőerdőkben is olyan felszíni vegetáció alakulhat ki, ami hamarabb képes kiszáradni. A felhagyott mezőgazdasági területeken a szukcesszió szintén gyeperje vegetáció kialakulásával kezdődik, ez elősegíti a felszíni tüzek gyors terjedését és átterjedését az erdőkre.

#### 2.2.1.2 Legelőgazdálkodás

A tűz hagyományos alkalmazása a legelőgazdálkodás során közvetlenül kapcsolódik a nyílt erdőtársulások, szavannák és gyepterület dinamikájához. A tűz használata éppúgy része volt az Észak-Amerikai indiánok által folytatott „legelőgazdálkodásnak” (Pyne 1982), mint az alföldi legelők őszi meggyújtása a magyar agrártörténetnek (Szabó 1957). A legnagyobb, rendszeresen tűzzel érintett területet mégis a trópusi szavannák és nyílt erdőtársulások 2300-2600 millió hektárnyi területe jelenti (Weiss 1990).

A szándékosan gyújtott antropogén tüzek már korai időkben is fontos szerepet játszottak ezekben a nyílt erdő- és gyepterületeken a fák, cserje és gyepterület dinamikai egyensúlyának fenntartásában (Skolovin 1972). A legtöbb természeti nép a tüzet először vadászatra használta, és ennek során ismerte meg a tűzzel érintett területek előnyeit nem csak a vadászat, hanem a későbbi külterjes állattartás szempontjából is. A vadászatnál a tűz használatának két formája alakult ki: az egyikben a tüzet úgymond a hajtóvonal helyett alkalmazzák, a másikonál a tűz segítségével kedvezőbb táplálkozási területet alakítanak ki a vad számára, ahol könnyebb volt azt elejteni.

A tűz amellet, hogy a növényi vegetációt friss, tápanyag-gazdag hajtások képzésére indítja, meggyorsítja az elhalt szerves anyag újbóli mineralizációját, megakadályozza a vegetáció elöregedését. Az állati paraziták és köztesgazdák, valamint a legeltetéshez nem kívánatos növényfajok visszaszorítása szintén célja a hagyományos tűzhasználatnak a legelőterületeken. (Rensburg 1972)

Sajátos szerepe van a tűznek a trópusi nyílt erdőtársulásokban, mivel a periodikus tüzek nem engedik jelentősen megnőni a fa- és cserjehajtásokat, azok mindig rágásmagasságban maradnak a területen élő növényevő fajoknak, a rágáskár pedig szintén csökkenti a fa- és cserjehaj-

tások növekedési potenciálját úgy, hogy azok nem nőnek ki a felszíni tűz lángmagasságából. (Trollope 1974) A tűz és a növényevők együtt tartják fenn ezeken a területeken az ún. szubklimax társulásokat.

### **2.2.2 Erdészeti mellékhasználatok, mint antropogén tűzkeletkeztető okok**

A földváltó-gazdálkodás és a legelőgazdálkodás mellett egyes trópusi régiókban az erdészeti mellék-haszonvételekhez is hozzá tartozik a tűz alkalmazása (pl. Dél-kelet-Ázsia). Az erdészeti haszonvételek klasszikus angolszász fogalmi felosztása fő- és mellék-haszonvételekre ebben az esetben nem helytálló, hiszen az ún. mellék-haszonvétel e területeken meghaladja az ún. fő haszonvétel jelentőségét. Indiában az erdészeti szektor foglalkoztatottainak 70%-a, bevételének 63%-a kapcsolódik a mellék-haszonvétel valamely típusához (gyógynövények, gyümölcsök, levelek, méz-, gyanta gyűjtése (Gupia - Guleria 1982).

Egyes lombhullató erdőtársulásokban a száraz évszakban lehullott lombot a gyümölcsök, és más táplálékforrások gyűjtésének megkönnyítése érdekében távolítják el tűz segítségével (pl. India, Goldammer 1993).

### **2.2.3 Az antropogén vegetációtüzek egyéb „ökonómiai” okai**

A kisparaszti földváltó-gazdálkodás során erdőirtásra használt tüzet a trópusi erdőgazdálkodás eszköztárában is megtaláljuk. A földváltó-gazdálkodásos művelési módhoz hasonlóan ott is a hatalmas „felesleges” biomassa mennyiség eltávolítását szolgálja. Mivel ezekben a trópusi országokban a kontrolált tüzek szabályos kivitelezésének mind a technikai, mind a személyi feltételei általában hiányoznak, a földváltó-gazdálkodásos művelés kis tüzeihez hasonlóan ezek a tüzek is sokszor kontrolálatlanná válnak. A leégetendő terület nagyság az **erdőgazdasági tűzhasználatban** nagyobb, ezért az ugrótüzek és a nagyméretű kontrolálatlan tüzek keletkezési kockázata is magasabb. Azok az erdőgazdálkodási módszerek, melyek a trópusi állományok tartamosságának megőrzésével a nagyterületű tarvágások alternatívái, mindeddig csak helyenként kerülnek alkalmazásra (Lamprecht 1986, GFMC 2004). Uralkodó gyakorlat a természetes állományok helyére telepíthető honos, vagy exota fajok monokultúrája, melyek a természetes trópusi erdőkben jelenlévő felső szint nélkül is képesek növekedni. Ezen szekunder állományokban az értékes faegyedek kitermelése után visszamaradó biomasszát ismételtén égetéssel távolítják el. Mindamellert az így létrehozott monokultúrák, vagy ültetvények sokkal kedvezőtlenebb tűzdinamikai paraméterekkel rendelkeznek, mint az őshonos állományok, ezért kockázatuk is magasabb.

A szisztematikus erdőirtás, és a biomassa teljes elégetése általános előkészítő művelet, a trópusokon a **használati mód nagyterületű megváltoztatásánál**. Ennek oka a különböző ásványi anyagok későbbi kitermelésének reménye, vagy migrációs programok számára szükséges földterület megteremtése egyaránt lehet. Az utóbbira példa az Indonéziában a 80-as évek végén lezajló Szumátra-Kalimantán (Borneo) telepes program.

Sajátos oka van az Eurázsiai szovjet utódállamok boreális erdőterületein keletkező tüzek egy részének, ahol a kitermelhető famennyiség növelése, és a faarak leszorítása érdekében gyújtanak erdőtüzeket.

#### **2.2.4 A vegetációtüzek kulturális és pszichológiai okai**

Az antropogén tüzek sokszor nem vezethetők vissza valamilyen gazdasági, vagy területhasználati megfontolásra. Számos **kultúrában és vallásban** van a tűznek szakrális-kultikus-szimbólikus jelentősége. A földművesek nemcsak a trágyázás érdekében égetik fel földjüket, hanem a felszálló füst az előző évihez hasonló jó termés reményét is szimbolizálja az egyházi füstölő áldásához hasonlóan. (Bachelard in Goldammer 1978)

Speciális vegetációtűz-oknak tekinthetjük a politikailag és gazdaságilag motivált gyújtogatást. A gazdasági-társadalmi feszültség következményeként jelentkező gyújtogatások Európában sem ismeretlenek. Pl. Kelet-Európa számos országában (Magyarország, Lengyelország, Bulgária) leírtak hasonló jelenséget. Az ilyen gyújtogatás a szociális periférián élő, egzisztenciát veszített rétegek fenyegetési eszközeként, de sajnos emellett a szervezett bűnözés eszköztárában is szerepel.

A vegetációtüzek jelentős része mégsem magyarázható sem gazdálkodási, területkezelési sem az eddig felsorolt más okokkal. A céltalan tűzgyújtásnak anélkül, hogy pontos adatsorokat elemeznénk a tapasztalatok alapján, két, a vidéken élő emberek pszihéjéből is fakadó oka van: **a félelem, és a felelőtlen játékosság**. A félelem következtében gyújtott tüzek elsősorban a trópusi területekre jellemzőek, de máshol is előfordulnak. A lakóterületek és közlekedési útvonalak mellett található átláthatatlan vegetációtól, az abban rejtőzködő vadállatoktól, parazitáktól, betegségektől, szellemektől való félelem gyakran vezet a területek meggyújtásához.

A felelőtlen játékosság következtében keletkező tüzek számának elmúlt évtizedekben történő növekedését egyrészt a gyermekek esetében a tűzgyújtó eszközökhöz való könnyebb hozzájutás, felnőttek esetében a természettől való fokozatos eltávolodás és a természeti környezetért érzett felelősség csökkenése okozza (Held-Vuorinen-Nagy 2004).

### **2.3 A Föld nagy tűz rezsimeje**

Az előző fejezetben a vegetációtüzek keletkezési okait mutattam be, a következő fejezet annak a környezetnek a tematizált ismertetését célozza, amiben a szikra vegetációtűzzé fejlődik. A Földön előforduló kontrolált ill. kontrolálatlan vegetációs tüzek a vegetációk típusa, a tűz gyakorisága és hatásai szerint ún. tűzrezsimekbe sorolhatók. Egy tűzrezsimek legfontosabb meghatározó elemei a következők:

**A vegetáció típusa:** Ezen belül az éghető biomassza mennyisége és elhelyezkedése, amely jelentősen befolyásolja a tűz viselkedését és hatásait. A nyílt füves vegetációkban (pl. szavannákon) a tűz a gyepszintben terjed. Ezzel szemben a zárt erdőtüzekben, ahol jóval na-

gyobb mennyiségű éghető biomassza található, nagyobb intenzitású avar- és korona tüzek is gyakran előfordulnak.

**A tűz intervalluma (vagy frekvenciája):** Az azonos területen bekövetkező tüzek között eltelt időszak. Ennek hossza meghatározza a köztes időben fejlődni képes vegetáció szukcessziós stádiumát, valamint a felhalmozódó éghető anyag mennyiségét.

**Évszak:** Az, hogy a tűz az év melyik időszakában jelentkezik rendszeresen, a terjedési tulajdonságokon kívül az ökológiai hatását is meghatározza. A száraz évszak elején, közepén és végén eltérő mennyiségű száraz éghető biomassza áll rendelkezésre, és a vegetáció fejlődési stádiuma is különböző.

A Föld nagy tűzrejsimjeinek a következőkben szereplő leírása a nemzetközi szakirodalomban általánosan elfogadott, és a Max Planck Institut Feuerökologie munkacsoportja által is alkalmazott osztályozást követi (MPI-Feuerökologie 1994).

### **2.3.1 Trópusi és szubtrópusi szavannák**

A legnagyobb rendszeresen tűzzel érintett vegetációs forma a szavanna. A tűz intervalluma 1-3 év. A tűz intervallumát elsősorban a szavannán található különböző társulások produktivitása határozza meg: pl. a nyugat-afrikai nedves szavannákon a tűzintervallum 1-2 év, mivel e társulások gyepvegetációja évente 5-10 t/ha biomasszát képez, amely a száraz évszakban kiszárad. Ez a nagymennyiségű kiszáradt biomassza eredményezi a magas tűzfrekvenciát. Ezzel szemben a száraz szavanna társulásokban a tűzfrekvencia jóval kisebb, mivel kevesebb a biomassza produkció. A tűz terjedésének és keletkezésének alsó határát jelentő biomassza mennyiség kb. 2 t/ha. A trópusokon végbemenő növekvő degradációs folyamatok, valamint a túlhasználatok csökkenő tűzfrekvenciát eredményeznek. A szavannatüzek napjainkban nagyrészt antropogén - vadgazdálkodás, extenzív állattartás okozta - tüzek, a természetes okok (pl. villám) kisebb szerepet játszanak keletkezésüknél. Évente kb.  $0,5-1 \times 10^9$  ha trópusi és szubtrópusi szavanna érintett a tűz valamilyen formájával (MPI-Feuerökologie 1994, GBA<sup>2</sup>2000 adatok, GFMC<sup>3</sup> adatbázis).

### **2.3.2 Örökzöld trópusi esőerdők**

Ezeken a területeken az erdőtüzek keletkezésének fő okát az ember jelenti: a trópusi esőerdők hasznosítási gyakorlatában a tűz alkalmazása is szerepel. Az elsődleges erdőtársulások az értékes fafajok kizselektálása után tarvágásra kerülnek. A visszamaradó biomasszát elégetik, hogy a terület alkalmassá váljék extenzív mezőgazdaság folytatására. A nem értékesíthető fafajokból álló másodlagos erdőtársulásokat gyakran egyszerűen leégetik.

---

<sup>2</sup> Global Burned Area projekt

<sup>3</sup> Global Fire Monitoring Center adatbázis

Ez azt eredményezi, hogy ellentétben a hagyományos földváltó-gazdálkodással, negatív a légkörre vonatkozó CO<sub>2</sub> egyenlege. Gyakran előfordul, hogy a kontrolált tüzek „elszabadulnak”, és világviszonylatban több millió hektáron semmisítik meg az erdőket. A trópusi országok nagy része nincsen felkészülve sem szervezeten, sem technikailag ezeknek a nagykiterjedésű erdőtüzeknek a megfékezésére. Különösen veszélyes helyzet alakulhat ki hosszú szárazabb periódusokban: például Borneó szigetén az El-Nino-nak nevezett jelenség következtében 5 millió hektár erdő égett le a 1990-es években (Goldammer 1993, Hoffman-Goldammer 2002).

### **2.3.3 Trópusi és szubtrópusi lombhullató erdőtársulások**

A térítők mentén elterülő száraz-félszáraz erdőtársulások, amelyek a trópusi erdőkből a fás szavannába való átmenetet jelentik, kb. 700-800 millió ha nagyságú területen fordulnak elő. Elsősorban a mélyföldeken, a jelentős időtartamú száraz időszak miatt az örökzöld fafajok helyett lombhullató fajokból álló társulások alakultak ki. Ezek a fajok a száraz évszak beköszöntével lehullatják a lombjukat, amely gyorsan kiszáradva igen könnyen éghető biomasszát képez, és ez szinte évente nagykiterjedésű felszíni tüzekhez vezet. E társulások fafajösszetételét emiatt az egyes fafajok felszíni tűzzel szembeni ellenálló képessége határozza meg. A nagy produktivitású kiváló faanyaga miatt Európában is ismert Dél-Ázsiai teak, és más *Dipterocarpacea* erdők például erre a tűzrezsimre jellemző tűz klimax társulásnak tekinthetők. Ezeken a területeken a tűz elmaradása a tűzérzékeny fajok előtérbe kerülését okozza, ami a társulások erdészeti és más célú hasznosítási lehetőségeit leszűkíti, emellett a természetes ökológiai egyensúlyt megbontja.

### **2.3.4 Mediterrán tűzterületek**

A Föld mediterrán klímájú területein /Földközi tenger partvidéke, észak Amerika nyugati partjánál (Kalifornia), Dél-Afrika nyugati partjainál, Ausztráliában/ igen nagy számban „pusztítanak” a vegetáció tüzek. Ezeket a területeket különböző fajösszetételű cserjetársulások /un. chapparal Kaliforniában, macchia vagy garrigue a földközi tengernél, fynbos Dél-Afrikában/, illetve a rendszeres tüzeket elviselő fajösszetételű tölgy és fenyő állományok borítják. A trópusi és boreális területekhez képest a mediterrán régióba keletkezett erdőtüzek területe kisebb, azonban - mivel ezek a régiók sűrűn lakottak - a károk mértéke igen jelentős. Csak a Földközi-tengeri régióban évente 600 ezer ha terület ég le, ennek kb. 60% cserjés, a többi erdő. A tüzek oka 99%-ban gondatlanság ill. gyújtogatás, és csak kb. 1%-ban természeti ok (GFMC adatbázis). Az is megállapítható, hogy az európai mediterrán területek vegetáció tűz kockázata növekszik. Ennek egyik oka, hogy az elmúlt időszak agrárpolitikája következtében az európai országok mezőgazdasági termelésüket egyre kisebb területre koncentrálnak, emiatt egyre több terület kerül ki a termelésből. Egyes régi használati módokat a fejlődés tüntetett el, emiatt például ma már a legeltetés, vagy a tüzelőgyűjtés nem csökkenti a mediterrán macchia-területek biomassza mennyiségét (Nagy 2004d). A szélsőséges időjárási körülmények között

az ezeken — általában meredek - területeken keletkező tüzek oltása nagyon nehéz, sokszor szinte lehetetlen. A legnagyobb károk természetesen az ember által létrehozott monokultúrákban keletkeznek, amelyek egyáltalán nem képesek a tűz utáni regenerációra. A „természetes” társulások képesek a tűz utáni megújulásra, hiszen kisebb tüzek mindig is előfordultak a mediterráneumban, ezzel is akadályozva a biomassza túlzott felhalmozódását. A nagy területű (több száz, több ezer hektáros) tüzek elsősorban az utánuk másodlagosan fellépő eróziós károk miatt jelentős degradációt okozhatnak. A korábban keletkezett természetes - maximum pár hektáros - tüzek esetén a mozaikos területszerkezet miatt ez is sokkal kisebb volt. Hosszútávon a dél európai vegetációtűz kockázat csökkentése a változó és szélsőségesebbé váló időjárási viszonyok között csak a tervszerű, integrált –ellenőrzött tüzeket is alkalmazó tűzmenedzsment kialakításával lehetséges, még akkor is, ha ez ellentétes az európai erővédelmi hagyományokkal és felfogással.

A földközi tengeri régióban - különösen az Ibériai-félszigeten - a tűz következtében jelentős ökológiai degradáció, fajszegényedés figyelhető meg. Emiatt e társulások széndioxid egyenlege negatív, ellentétben Kalifornia, Dél-Afrika és Ausztrália tűzhöz alkalmazkodott klimax társulásaival: pl. a Dél-Afrikai fynbost több mint 4000 fajával igen magas biodiverzitás jellemzi (Goldammer 1993). Ez is jól jelzi, hogy a mediterrán cserjések másodlagos -, harmadlagos eredetűek, egykori erdők helyén alakultak ki, ma paraklimax helyzetűek.

### **2.3.5 Boreális tűlevelű erdők**

A boreális tűlevelű erdők világszerte mintegy  $1,2 \times 10^9$  hektáron terülnek el. Ennek kb. 70%-a Euráziában, elsősorban az Orosz Föderáció területén, a maradék 30% az Észak Amerikai kontinensen Alaszkában ill. Kanadában található.

Az Alaszkában és Kanadában bekövetkezett erdő- és vegetáció tüzekről részletes adatok állnak rendelkezésre. Az évente leégett erdőterület  $3-5 \times 10^6$  hektár, folyamatosan emelkedő tendenciát mutat az elmúlt 10 évben (GFMC adatbázis). A tüzek oka a boreális régióban nagyrészt természeti: elsősorban villámcsapás, de emellett az emberi gondatlanság is jelentős szerepet játszik (GFMC adatbázis, Furyaev V.V.- Goldammer J.G. 1996).

Nem rendelkezünk pontos adatokkal a szibériai területeken bekövetkezett erdőtüzekről. A szovjet időkből származó statisztikák éves szinten 3 millió hektár erdőtűzről tesznek említést, azonban a műholdas adatok alapján ez a szám legalább 10 millió hektár /év (GFMC adatbázis).

A boreális tűlevelű erdők társulásai évezredek alatt alkalmazkodtak a tüzekhez, és a tűz után több szukcessziós stádium után ismét klimax állapotba kerülnek. Sokkal problematikusabb a helyzet a nem tartamos erdőgazdálkodás elvei alapján kezelt nagy területű monokultúráknál, illetve tarvágásoknál. Ezek a területek a tűz után nem képesek regenerálódni, és a speciális klimatikus viszonyok miatt a termőhelyi degradáció azonnal beindul.

#### 2.4 Természetes tűzrezsimek változása antropogén hatásra

A tűz különböző erdő- és más növénytársulásokra gyakorolt sokféle hatása nem teszi lehetővé az alkalmazandó tűz-stratégiára vonatkozó egyszerű választ. A természetes tűzrezsimek emberi hatásra megváltoztak. Az antropogén hatás mértéke azonban mind időben, mind térben jelentősen eltérően alakult az egyes rezsimek esetén. A külterjes gazdálkodást, gyűjtögetést folytató őslakosság életmódja és tűzhasználata nem jelentett jelentős módosítást a természetes tűzfrekvencia tekintetében. Az emberi populáció növekedésével, a kolonizáció után kialakuló új társadalmi struktúrával együtt azonban számos tűzrezsimek tűzfrekvenciája jelentősen módosult. Ez egyaránt eredményezhette a tűzfrekvencia jelentős csökkenését és növekedését is.

A tűzfrekvencia jelentős növekedése jellemző Afrikára, ahol évente mintegy 170 millió hektár a tűzzel érintett terület, ennek körülbelül 10 százaléka, ami a vegetációhoz tartozó természetes tűz frekvencia mellett is leégne (Nagy 2004c, Juvelius 2003). A magas tűzfrekvencia számos társulás degradációjához vezet, de a sokszor kontrolálatlanná váló tüzek humanitárius katasztrófákat is okoznak a csak minimális katasztrófavédelmi, tűzvédelmi és egészségügyi szervezettel rendelkező afrikai országokban. Lakóobjektumok körül a vegetáció égetése sokszor áttérjed a nyomornegyedre is, ahol - a középkori európai építési módhoz hasonlóan - a szorosan egymás mellett álló kunyhók között a tűz a vegetációtüzekkel azonos módon terjed.

Mivel a tüzek legtöbbször a korábban ismertett antropogén okokból keletkeznek, ill. válnak kontrollálatlanná, az egyetlen módszer ezekben az országokban az ún. közösségekre épülő */community based/* erdőtűz management rendszer kialakítása: a helyi lakosság bevonása a megelőzésbe, illetve a biztonságos égetési módszerek elterjesztése, megismertetése. A korábban tradicionálisan használt, és ma már a nagyobb népsűrűség miatt nem alkalmazható gazdálkodási rendszerek átalakítása, új alternatívák keresése (Nagy 2004b, Held - Nagy - Vuorinen 2004).

A tűzfrekvencia radikális csökkentése - ami a frekvencia növekedéshez hasonlóan szintén súlyos ökológiai és humanitárius problémákhoz vezet - az európai erdészeti tradíciókra vezethető vissza, és innen terjedt el a gyarmatosítás során a többi kontinensre. A közép-európai erdészeti tradícióknak megfelelő erdőgazdálkodás trópusi területeken történő alkalmazása, illetve bevezetésének kísérlete a XIX. századtól a XX. század elejéig meghatározta a gyarmatosított területek erdő- és mezőgazdaságának tűzhez való viszonyát. Az európai erdészeti Alma Mater-ből, újvilágba kerülő tudományos és gyakorlati szakemberek nem értették meg a tűz szerepét Afrika, Ázsia és Amerika természetes, vagy természeteshez közeli antropogén tűzrezsimeikhez tartozó társulásaiban. Az európai erdészeti tradíciók mellett ebben szerepet játszott az is, hogy erre az időre az iparosodott, sűrűn lakott Közép-Európa elvesztette hagyományos kapcsolatát a tűzzel. A tűz alkalmazása a közép-európai mező- és erdőgazdálkodásban visszaszorult, elsősorban a Skandináv és Orosz területeken maradt meg (Montag 1990, Goldammer 1978).



Az európai bevándorlók az amerikai un. „indián” tűzrezsímet is jelentősen megváltoztatták. A bevándorlók fenyegetve érezték magukat a tűztől, és megpróbálták a kontrolált tüzek alkalmazását teljesen visszaszorítani, ami az indiánok elüldözésével sikerült is (Pyne 1982). Emellett az amerikai erdészeti politika is a tűztilalom elvét követte, az Európában tanult erdészeti szakemberek itt is a korábban ismertetett erdővédelmi elveket vallották. A megváltozott tűzrezsím gyepterületek beerdősüléséhez, és az erdőtársulások szukcessziójának korábbtól eltérő folyamatához vezetett. Az ellenőrzött tüzek szükségességének, illetve a természetes tüzek „égni hagyásának” igénye többször is felvetődött, azonban nem jelentett változást a vegetációtüzek elleni védekezés teljes eszköztárát kifejlesztő és alkalmazó erdészeti politikában. Az összes tűz oltását és megelőzését hirdető politika, a több ezer kilométer tűzpászta elkészítését végző CCC<sup>4</sup> szervezet kialakításában, a „10 a.m. politika<sup>5</sup>” meghirdetésében (Pyne 1982), és a sok tekintetben sikeresnek mondható Smokey program<sup>6</sup> megszervezésében csúcsonodott ki (Nagy 2004). A negyvenes évek végén csaknem észrevétlenül azonban új irányvonal kezdett kibontakozni a tűz alkalmazásával kapcsolatban. Floridai Pinus állományokban az ellenőrzött tűz kísérletek igen jó eredményeket mutattak (Hartmann 1949). A következő nagy lépést a floridai TTRS<sup>7</sup> kutató állomás tevékenysége, és a tűz egyes Észak-Amerikai ökoszisztémákban betöltött szerepének vizsgálatának megkezdése jelentette (Komarek 1977). Ezen intézet úttörő munkájának eredményeképpen születhetett meg a hetvenes évek elejére a tűzőkológia elnevezésű tudományág (Goldammer 1978). Az új „let it burn” politikában a természetes és kontrolált tüzeket a területkezelés integrált részének tekintik (Walstad et al. 1990).

Az előbbiek alapján megállapítható, hogy a természetes tűzrezsímek antropogén hatásra történő jelentős megváltoztatása környezeti és humanitárius katasztrófákhoz vezet, függetlenül a változás előjelétől. Az erdő és vegetációtüzek sokszor csak mint szekunder okozatok jelentkeznek a természetes ökoszisztémától történő eltérés esetén. Ezeknek természetes - általában tüzet bizonyos mértékben toleráló, sőt sokszor igénylő - ökoszisztémáknak az antropogén hatásra történő változása a tűzdinamikában is változást eredményez. Általában ilyenkor alakulnak ki az un. forró tüzek, melyek nemcsak az elhalt biomassza remineralizálódását eredményezik, hanem az élő biomasszát is teljes mértékben megsemmisítik. Ez a folyamat tercier hatásként deflációval vagy erózióval kiegészülve a termőhely teljes, irreverzibilis degradációját eredményezheti.

---

<sup>4</sup> Civil Conservation Corps, A 30-40 években a vegetációtűz-oltásban résztvevő személyek képzésére, megelőző intézkedések végrehajtására létrehozott szervezet az USA-ban.

<sup>5</sup> Minden tüzet a következő nap délelőtt 10 óráig el kell oltani, ha ez nem lehetséges további intézkedések megtételét kell kezdeményezni, mellyel az oltás a rákövetkező napra befejezhető.

<sup>6</sup> Smokey program az első erdőtűz megelőzési és felvilágosító kampány, mely ma is mintaként szolgál számos tekintetben. Kulcsfigurája smokey, a medve.

<sup>7</sup> Tall Timber Resarch Station

A ökológiai és humanitárius tűzkatasztrófák megelőzése csak egy multidiszciplináris alapon álló, természetes tűzrezsimeket és szocióökonómiai viszonyokat egyaránt figyelembe vevő tűzvédelmi /területkezelési/ szociális politika, és jól koordinált nemzetközi együttműködés esetén lehetséges. Ehhez a folyamathoz a politikai akaraton kívül számos szakterület szoros együttműködésére van szükség, és - mivel a tűz nem ismeri az adminisztratív határokat - az államok közötti koordináció is elengedhetetlen (Held-Vuorinen-Nagy 2004).

## **2.5 Tűzmenedzsment rendszerek, mint az „ok és okozat” kezelés eszközei**

### **2.5.1 Integrált tűzmenedzsment (*integrated fire management*)**

Az integrált tűzmenedzsment (továbbiakban IFM) kifejezéssel gyakran találkozunk a tűzőkológiai és vegetációtűzzel kapcsolatos szakirodalomban. Maga a fogalom mégis sokszor eltérő tartalmat takar. Hagyományos szűk értelemben a tűz-észlelés, -oltás és a terület-rehabilitáció feladatainak integrálását jelentette. Az elmúlt évtizedekben azonban az IFM fogalma kibővült.

„Az IFM olyan tűzmenedzsment rendszer, mely a következő elemeket integrálja:

- Az ellenőrzött/kontrolált tüzek és/vagy természetes, vagy antropogén okból keletkezett vegetációtűzek tervezett használata az erdőgazdálkodásban és más földhasználati rendszerekben.
- A vidéki lakosság (közösségek, földtulajdonosok, földhasználók), kormányzati szervezetek, NGO-k és más szervezetek tevékenységének és lehetőségeinek koordinálása a földhasználat, vegetáció-, erdővédelem, füst-menedzsment tervezése és összehangolása érdekében (FAO 1986, GFMC 1999, Goldammer-De-Ronde 2004, Held-Vuorinen-Nagy 2004).”

A Dél-Afrikai Köztársaság vegetációtűz törvénye (1998/101 RSA trv.) a következőképpen határozza meg az IFM lényegét (DFAF 2004):

„Az IFM összehangolt tevékenységek sorozata, melynek tartalma:

- Felvilágosító kampányok,
- Tűz megelőzés,
- Kontrolált tüzek,
- Erőforrás megosztás, erőforrás koordináció,
- Tűzjelzés,
- Tűz oltás,
- Kármérséklés.”

Az IFM kialakítását a vegetációtüzek összetett ok-okozati és hatásmechanizmus rendszerének értékelése tette lehetővé. A vegetációtüzek megelőzése és az ellenük történő védekezés számos különböző hatáskörrel, illetékességgel, feladatkörrel rendelkező hatóság és más szervezet együttműködését igényli. A szervezetek közötti horizontális együttműködés mellett nélkülözhetetlen a vertikális kapcsolati rendszer kiépítése. Az IFM három politikai szinten valósítható meg: a helyi közösség, az állami és a nemzetközi együttműködések szintjén. Az, hogy melyik szint a leghangsúlyosabb, nagymértékben függ az adott állam szervezeti felépítésétől, a fejlettségtől és a társadalmi berendezkedéstől is.

### ***2.5.2 A helyi közösségekre alapozott tűz menedzsment (community based fire management)***

A helyi közösségekre alapozott tűz-menedzsment (továbbiakban CBFiM) stratégiája a helyi közösségek aktív bevonása és oktatása a tűzhasználat, tűzmelegelőzés és tűzoltás végrehajtására. A CBFiM stratégia véleményem szerint tulajdonképpen az IFM rendszer helyi szintjének, a fejlődő országok viszonyaira adaptált változata, mely a 80-90 években a fejlődő országokban lezajlott tűzvédelmi, -megelőzési projektek tapasztalatai alapján fokozatosan alakult ki. Míg a fejlett országokban a közösségek a tűzmelegelőzés területén rendelkeznek aktív (cselekvő) feladatokkal: a területhasználat, és a tűzoltás már szervezetek, illetve egyének feladata; a fejlődő országokban az államhatalom alacsonyabb szervezetségi szintje miatt a tűzmenedzsment szinte minden területe a közösség aktív részvételével valósítható meg. (Held-Vuorinen-Nagy 2004)

A közösség és az un. tradicionális vezető (törzsfő, nemzetségfő) bevonása, és megnyerése a tűzmenedzsment ügyének sokszor az egyetlen útja. A CBFiM része a közösség gazdálkodásának és szocio-ökonómiai viszonyainak elemzése és értékelése, a tűzmenedzsment szempontokat is figyelembevevő tartamos gazdálkodási rendszer kialakításának elősegítése. Különösen fontos a tűzmelegelőzéssel kapcsolatos felvilágosító kampányok megfelelő adaptálása, és a tekintéllyel rendelkező törzsi és vallási vezetők közvetítő, tanító szerepének elősegítése. Ezek a közösségek és régiók nem, vagy csak minimális mértékben rendelkeznek a vegetációtüzek oltásához szükséges szervezettel és eszközökkel, ezért a közösség tagjainak képzése a hatékony tűzoltási módszerekre elengedhetetlen.

### ***2.5.3 Nemzetközi együttműködés***

A vegetációtüzek multidiszciplinális, hatáskörökön átívelő problémájával, az ebből fakadó diszfunkcionalitással a nemzetközi szervezetek, és a nemzetközi jog szintjén is találkozhatunk. (Nagy 2004e) Számos ENSZ szervezet és konvenció foglalkozik a tüzek problémájával,

mindegyik feladatkörét és célkitűzéseit érinti valamilyen módon a vegetációtüzek ok-okozati és hatásmechanizmusa (CBD<sup>8</sup>, UNCCD<sup>9</sup>, UNFCCC<sup>10</sup>).

Az FAO<sup>11</sup> a tartamos erdőgazdálkodás és a vidéki közösségek bevonása kapcsán,

- az OCHA<sup>12</sup> a humanitárius katasztrófák koordinálásával összefüggésben,
- az UNEP<sup>13</sup> a vegetációtüzek környezeti hatásával, előrejelzésével és vizsgálatával,
- a WHO<sup>14</sup> a vegetációtüzek emberi egészséget veszélyeztető hatásaival kapcsolatban
- a WMO<sup>15</sup> a katasztrófa-előrejelzések készítésével kapcsolatban foglalkozik a vegetációtüzek problémájával.

A szerteágazó felelősségi rendszer az ENSZ-en belül is hosszú évtizedeken keresztül nehezítette a hatékony nemzetközi együttműködést elősegítő jogszabályi, és politikai háttér kialakítását. 2001-ben az UN-ISDR<sup>16</sup> szervezetén belül létrejött egy ügynökségek közötti munkacsoport, melynek feladata a vegetációtüzek problémájának koordinálása, a tagállamok és ENSZ szervezetek közötti konstruktív együttműködés szervezése, a nemzetközi jogi szabályozás, és az erdőtüz rezsím feltételeinek megteremtése (Nagy 2004e).

Az integrált vegetációtűz elleni védekezés módszereit összefoglaló dokumentumként a témával foglalkozó NGO-k, nemzetközi és kormányzati szervezetek együttműködésével 2006-ban készült el a FAO gondozásában a fire management guideline. A dokumentum az integrált vegetációtűz menedzsment legfontosabb módszereit, fogalmait, tapasztalatait ismerteti. Minden ország összehasonlíthatja a saját rendszerét a javaslatokkal, és amennyiben valamilyen területen segítségre van szüksége, a most létrehozott FAO által koordinált „fire management action alliance” kezdeményezésen, vagy Global Fire Monitoring Center által koordinált korábban létrehozott UN-ISDR ENSZ „vegetációtűz hálózaton” keresztül erre is van lehetőség. Megkereshetőek azok az országok és szakemberek, akik az adott területen már jelentős tapasztalattal bírnak.

## 2.6 Összegzés

A Föld természetes tűzrezsímjeit az antropogén hatás évezredek óta alakítja. Ez nemcsak a társulások fajszerkezetét, diverzitását, hanem biomassza viszonyait, és tűzdinamikai tulajdon-

---

<sup>8</sup> Convention on Biological Diversity

<sup>9</sup> Convention to Combat desertification

<sup>10</sup> Framework Convention on the Climate Change

<sup>11</sup> Food and Agricultural Organization of the United Nation

<sup>12</sup> Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

<sup>13</sup> United Nation Environment Program

<sup>14</sup> World Health Organization

<sup>15</sup> World Meteorological Organization

<sup>16</sup> United Nation Inter Agency Task Force for Disaster Reduction

ságait is befolyásolja. Az elmúlt két évszázad szocio-ökonómiai és társadalmi változásai, a bennszülött lakosság által befolyásolt antropogén tűzrezsimek egyensúlyi állapotát megbillentették. A megzavart ökoszisztémában szekunder hatásként fellépő vegetációtüzek nemcsak humán szempontból lehetnek katasztrófálisak, hanem az adott ökoszisztéma irreverzibilis degradációját is okozhatják. Mindemellett a vegetációtűz, az a természeti katasztrófa, melyet az ember leginkább képes befolyásolni, illetve megelőzni.

Nem csak védekezni kell a vegetációtüzekkel szemben, hanem a megfelelő menedzsmenttel megelőzni a katasztrófális méretű tüzeket. Minél inkább sikerül a természetes ökoszisztéma, a tűzrezsimek erős antropogén hatásoktól mentes megőrzése, vagy a természetes tüzek hatásának reprodukálása, annál kisebb a vegetációtűz-katasztrófák valószínűsége. „A tűz rossz mester, de jó szolga” és mint ilyen, a természetes ökoszisztémák és a tartamos gazdálkodás fontos része.

Azt sem felejthetjük el, hogy a világ azon területein - ahol ma a tűz jelentős problémákat okoz - a tűz mindig jelen volt. „A tűz már az ember előtt ott lakott ezekben az erdőkben és más társulásokban” mondják a tűz-ökológusok, és az itt található növénytársulások jól alkalmazkodtak hozzá. A bajok általában akkor kezdődnek, amikor a természetes szukcesszió folyamat valamilyen okból megbomlik, vagy az ember úgy hasznosítja ezeket a területeket, hogy a tűzről, mint szintén ott lakó szomszédról megfeledkezik (Nagy 2004a).

### 3 Vegetációtüzek Európában

Az elmúlt fél évszázadban a vegetációtüzek száma Európában jelentősen emelkedett. A 70-es években évente kb. 40.000 tűz keletkezett, míg 2000-ben ez a szám elérte a 100.000 tüzesetet, és a kevésbé száraz években is meghaladja a 85.000 tüzet.

Az összehasonlíthatóságot nehezíti, hogy

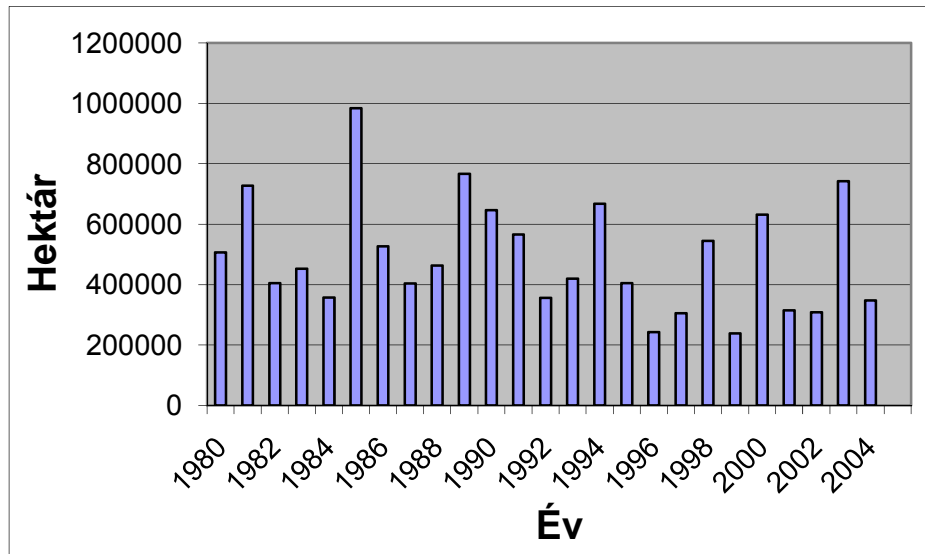
- az elmúlt évtizedekben az érzékelő rendszerek és a vegetációtüzekre vonatkozó adatgyűjtés jelentősen javult, így valószínűleg a keletkező tüzek nagyobb aránya kerül be a nyilvántartásokba,
- korábban a hidegháború is akadályozta az egységes Európai statisztikák készítését,
- az egykori szocialista államok sokszor presztízs-kérdést csináltak az erdőtüzek számából, így azok száma és területe csökkentve jelent meg az adatbázisokban.

Fontos megjegyezni, hogy a mediterrán országok, az EU, a FAO és a GFMC által készített tűz adatgyűjtés is a magyar erdőtörvénytől eltérő, az ENSZ által definiált erdő és egyéb fás terület meghatározást alkalmaz.

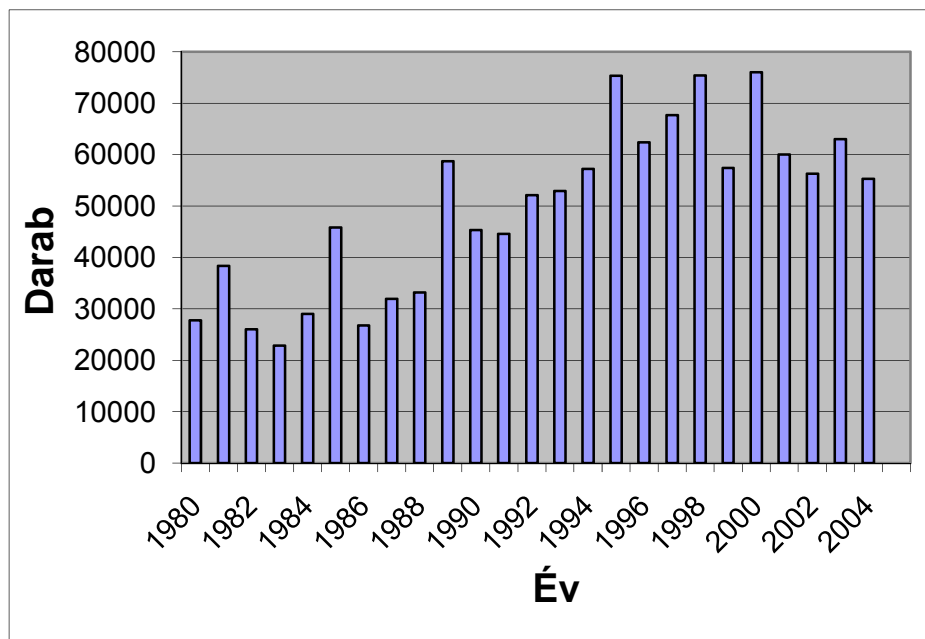
Európa legveszélyeztetettebb területe a mediterrán régió, az összes vegetációtűz több mint 80 százaléka itt keletkezik. Évente átlagosan 64.000 tüzeset (3.1 ábra), 600.000-700.000 hektár területet érint (3.2. ábra). A tüzek száma a mediterrán régióban is növekszik. ( Míg az 1980-89-es időszakban átlagosan évi 34000 tűz keletkezett, ez a szám 1990-99. közötti időszakra már 59.000 míg 2000-2005. között 64.000, de számos évben meghaladta a 70.000 tüzesetet is. Az összes leégett terület tekintetében nem látunk ilyen növekedést, sőt az átlagokat tekintve a leégett terület sok éves átlaga kis mértékben csökken. Az 1980-89. közötti időszakban 560.000 hektár, míg 200-2005. között 460.000 hektár.

A mediterrán régió mellett veszélyeztetett terület a Balkán, bár innen csak az utóbbi időszakban vannak valóban értékelhető adatok. A tüzesetszám 10.000-15.000, amely átlagosan 105.000 hektár területet érint (Nikola 2006).

Dinamikus és statikus kockázati szempontból egyaránt veszélyeztetettek Németország Keleti tartományaitól a Lengyel Alföldig húzódó erdeifenyves állományok. Az elmúlt években a megváltozott időjárási körülmények miatt olyan országokban (Skócia, Anglia, Ausztria, Svájc Freiburg kanton) is nagyobb kiterjedésű (50 hektár feletti) vegetációtüzek alakultak ki, ahol korábban ez nem volt jellemző.



3.1. Ábra Erdőtűzök száma a Déli-tagállamokban<sup>17</sup> (forrás: EC-JRC EFFIS<sup>18</sup>)



3.2 Ábra Vegetációtűzök kiterjedése (ha) a Déli-tagállamokban  
forrás: EC-JRC EFFIS

Az eltérő tűzökológiai, erdészeti és szocio-ökonómiai viszonyok miatt nehéz egész Európára érvényes megállapításokat tenni, de bizonyos tendenciák mégis megfigyelhetőek:

<sup>17</sup> Portugália, Spanyolország, Franciaország, Olaszország, Görögország

<sup>18</sup> European Forest Fires Information System)

Tüzek száma:

- Az emberi okból keletkező tüzek aránya mindenhol meghaladja a 90 százalékot.
- A tüzek száma nő, ennek egyik oka a tűzveszélyes időszakok hosszabbodása, és a magas statikus kockázatú napok számának növekedése.
- Nő a dinamikus kockázat, ennek oka, hogy nő az erdőterületek látogatottsága, a mobilizáció következtében egyre többen jutnak el távolabbi erdőterületekre is.
- A lakosság környezet-tudatossága, természethez való kapcsolata, ismereti szintje alacsony.
- Nő a statikus kockázat, számos helyen nő a felhagyott területek kiterjedése és azon a területeken a biomassza mennyisége. Ennek oka a lakosság elvándorlása és a korábbi gazdálkodási formák feladása.

A leégett terület kiterjedése nem nőtt a tüzesetszám változással párhuzamosan, az átlagos tűzméret pedig csökken. Ennek oka, hogy

- javult a detektálás hatékonysága,
- jobb és gyorsabb a kommunikáció,
- fejlettebb tűzoltási eszközök állnak rendelkezésre
- koordináltabb az együttműködés az illetékes szervezetek között,
- hatékony tűzmelegelőzési tervek készültek,
- kiépítésre kerültek a tűzvédelmi létesítmények (tűzpázták, víztározók),
- lassan bekövetkezik a paradigma váltás a tűzoltás területén, egyre szélesebb körben alkalmazzák a tüzet, mint tűzoltási és megelőzési eszközt.

Az elmúlt évtizedben sokat javult az európai szintű együttműködés, nemcsak a tűzoltás terén, hanem a kutatási megelőzési területen is. A korábbi nemzeti programok helyett multinacionális projektek próbálják megteremteni a hatékony tűzoltás és tűzmelegelőzés feltételeit.



## 4 Erdő- és vegetációtüzek Magyarországon

### 4.1 Magyarország adottságai az erdő és vegetációtüzek szempontjából

Magyarország több tűzrezsím határán fekszik: tőlünk délre az Adria mentén elsősorban bokros, keménylombos vegetációkban, északra Lengyelországban és Brandenburgban az erdeifenyvesekben, keleten pedig a kontinentális sztyeppeken eltérő okokból és eltérő frekvenciával jelentkeznek vegetációtüzek.

Az elmúlt időszak magyarországi erdőtüzei minden, előbb említett tűzrezsímre jellemző vegetációtüzt szolgáltattak elő példát. Ennek alapján ma már meghatározhatóak hazánkban azok a területek ill. társulások, ahol fokozott tűzveszéllyel kell számolni. Ilyenek elsősorban:

- telepített erdei- és feketefenyves állományaink,
- lombos (elsősorban tölgy és cser) fiatalosaink,
- a kontinentális száraz gyepek és cserjeforrásaink.

Telepített fenyveseink tűzveszélyességével régóta tisztában van az erdész szakma, de olyan nagyméretű tüzek megfékezésére, mint amilyen a pilisvörösvári (1993), az ágasegyházi (1995), a jakabszállási (2002), kunfehértói (2007) volt, nem vagyunk felkészülve. Az elmúlt száraz nyarú években az ország minden területén jelentős problémákat okozott a tűz a lombos fiatalos állományokban. S bár e tüzek kiterjedése nem nagy - a kevés csapadékú telek és meleg tavasz esetén pl. 2007-ben a kiterjedés drasztikusan nőtt, a 10 hektárnál nagyobb ilyen típusú tüzek száma megduplázódott - , a keletkezett anyagi kár mégis jelentős, hiszen sokszor gyönyörű befejezett erdősítések is a tűz martalékává válnak. A negyedik csoporthoz tartozó területeken keletkezett tüzekből kaptunk veszélyes ízelítőt a bócsai (1995) és a hortobágyi (2002) tüzeknél. A nagyterületű vegetációs tüzek nem sorolhatók tisztán egyik típushoz sem, hiszen például a bócsai és hortobágyi tüzeknél több közbeékelte erdőterület is leégett. Az erdőtüzeket osztályozás szempontjából nem lehet mereven elválasztani a nem erdőterületen égő egyéb vegetációtüzekről, hiszen a tüzek gyakran nem erdőterületről terjednek át az erdőre.

### 4.2 Alkalmazott módszer

A vegetációtűz adatok kiértékelése és elemzése hagyományosan minden erdőtűzzel foglalkozó tudományos munka fontos, későbbi kutatási célokat is meghatározó része. A megfelelően értékelte statisztikáknak fontos szerepe lehet a megelőzési tevékenység megtervezésében, ill. az erőforrások elosztásánál is.

Sajnos a magyarországi vegetációtűz, ill. erdőtűz statisztikák hiányosak, következetlenek, ezért tudományos és gyakorlati célokra is csak nagy nehézségek árán, közvetetten alkalmazhatóak. Ezért a fejezet felépítése is eltér a hagyományostól, amikor is a statisztikák ismertetése után közvetlenül levonhatók a következtetések. Először a korábbi adatgyűjtéssel kapcsolatos anomáliákat mutatom be, melyet doktori munkám elején 2001-ben fedeztem fel, amikor megfelelő adatokat próbáltam gyűjteni. Ezután külön fejezetben mutatom be, a hiányosságok vonatkozó javaslataim figyelembevételével, egy uniós projekt keretében kidolgozott új erdőtűzinformációs rendszert, amely statisztikailag értékelhető és szakmailag is jól hasznosítható vegetációtűz információk gyűjtésére alkalmas. A Magyarországi vegetációtűzek csoportosítását elsősorban nem a statisztikai adatok, hanem terepi bejárások, tűzoltások tűzoltó és erdész szakemberekkel folytatott szakmai beszélgetések segítségével, az egyes tűzek statikus és dinamikus tulajdonságai alapján végeztem.

A tűzkockázat értékelésénél kialakítottam egy új szaknyelvi terminológiát (dinamikus és statikus kockázat) mert a nemzetközi fogalomrendszert nem lehetett közvetlenül lefordítani. A tűzokok (dinamikus kockázat) vizsgálatánál és csoportosításánál elsősorban terepi bejárások és helyszíni interjúk segítettek, mivel a statisztikák, a később részletezett okokból nem adtak objektív képet. Az antropogén eredetű tűzek csoportosítását a cselekményt végző személy szándéka alapján, a büntető jogban használt kategóriák alkalmazásával végeztem. Tekintettel arra, hogy a klimaváltozás hatását sokszor tévesen értelmezik a hazai vegetációtűzekre, a hazai tűzek és tűzokok figyelembevételével a fejezet végén röviden bemutatom a klimaváltozás valós hatásait az erdőtűzekre.

### **4.3 Vegetációtűz adatgyűjtés Magyarországon**

Az erdészeti tulajdonszerkezet-változást megelőző időszakban az állami erdőgazdaságok a biztosítókkal karöltve pontos nyilvántartást vezettek a területükön bekövetkezett tüzekről, amely egyaránt tartalmazta a tűz kiterjedését és vélelmezett okát is. Az egyéb területeken bekövetkezett vegetációtűzekről azonban már ekkor is hiányos volt az adatgyűjtés. Egyetlen kivétel Somogy megye, ahol Geleta Ferenc erdőmérnök 1950-től kezdődően gyűjtötte és értékelte az erdőtűz adatokat (Geleta 1994).

Ezt követően a 90-es évek közepétől országos szinten csak a tűzoltóságok adatai állnak rendelkezésre. Ez az adathalmaz jól példázza a nem célhoz-kötött, átgondolatlan adatgyűjtés hátrányait. A vegetációtűzek szabadterületi vagy terület tüzek néven kerültek felvételezésre és összesítésre, de sajnos a terület tűz elnevezés ellenére sem rögzítették a tüzek kiterjedését, arra csak nagyságrendi kategóriákat adtak meg. Nem definiálták megfelelően az egyes kategóriákat illetve nem készült segédlet az egyes tüzek besorolásához. A kategóriák sokszor 2-3 évente változtak, ezért az egyes évek egymással is nehezen összevethetők. Így fordulhat elő,

hogy a magyar statisztika ismeri a meglehetősen bizonytalan mező-rét tűz megkülönböztetést, de hasonlóan nehezen értelmezhető az avar-erdő tűz párosítás is. Az 1991-2005 közötti időszakra vonatkozó, az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnál (továbbiakban OKF) különböző dokumentumokban, jelentésekben és fájlokban fellelt adatok alapján készült a 4.2. ábra.

A szárazabb évek megnövekedett tüzeset száma egyértelműen kiolvasható a 4.2. ábrából, további megelőzési szempontból használható következtetésekre azonban nem alkalmas. Nagyon magas az egyéb kategóriába tartozó tüzek aránya, az összes terület tüzhöz viszonyítva eléri a 15 százalékot, sőt 2004-ben a 25 százalékot is meghaladja! A bizonytalan definíciójú szemét-gaz, avar és egyéb kategóriába tartozik az összes területtűz 75-85 százaléka! Szemét-gaz kategóriába elsősorban nem művelt korábbi mezőgazdasági területeket sorolnak, de ugyanez a rét-mező elkülönítés alapja is. Az avartűz valójában erdőterületen bekövetkező felszíni tüzet jelent, míg az erdőtűz kategóriába legtöbbször a koronatüzek kerültek. De ez a gyakorlat sem egységes országosan! Egyes helyeken a szárazfű tűzként aposztrofált gyep- és bozót tüzek is ebbe a kategóriába tartoznak.

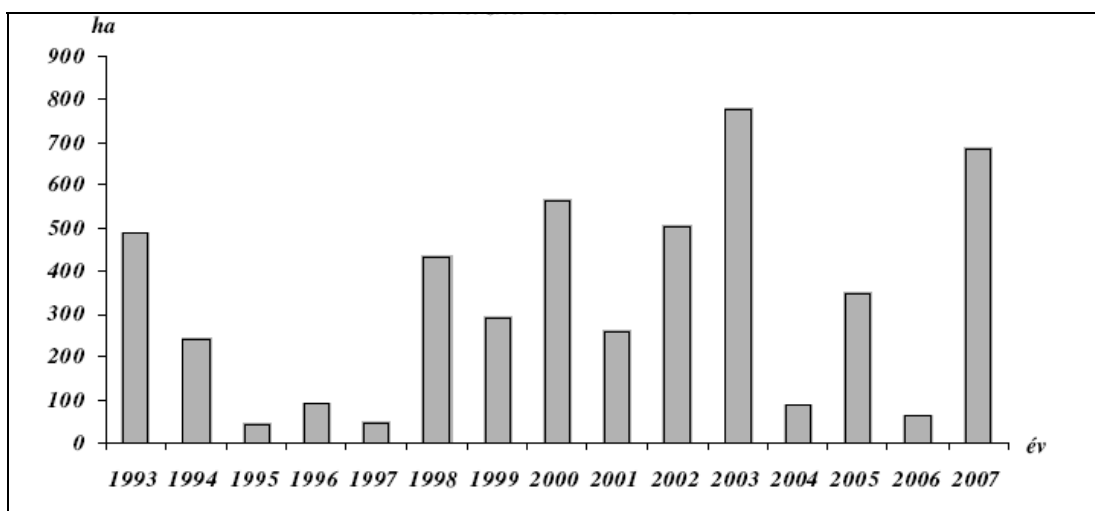
Nem állapítható meg a statisztikából a „bozóttüzek” és a gyeptüzek száma, illetve az avar tűz kategória bizonytalansága miatt az erdőtüzek pontos száma sem.

Területi adatgyűjtés az OKF adatbázis keretében nem folyt, így ilyen adataink nincsenek, illetve csak az erdészeti adatbázis elindulása óta vannak korlátozottan.

Sajnos a tűzokok vonatkozásában sem pontos a statisztika, az összes szabadterületi tűz 45-50 százalékánál a tűz oka ismeretlenként van feltüntetve, mellyel nemzetközi összehasonlításban is egyedülállók vagyunk. Ennek nem a szakmai hozzáértés hiánya, hanem a rossz szabályozás az oka. Amennyiben a tűzoltóiszt bejelöli a szándékosan előidézett tűz kategóriát, köteles feljelentést tenni, annak ellenére, hogy legtöbbször úgysem lehetséges az elkövető azonosítása, mégis rengeteg papírmunka jár vele. Ezért ilyen „népszerű” az ismeretlen ok.

Erdői tűzkár adatok szerepelnek az Erdészeti Tudományos Intézet biotikus és abiotikus károkról és károsítókról szóló éves jelentéseiben is (4.1. Ábra), de ezek az adatok az Intézet által kiküldött erdővédelmi jelzőlapokon alapulnak, területi adaton kívül nem tartalmazzák az egyes tüzek jellemzőit, és sajnos a kérdőívek pontatlan kitöltése miatt a valósánál jóval alacsonyabb érintett területet mutatnak.

A fiatalosokban keletkezett tüzekre vonatkozó adatok az erdészeti hatóság műszaki átvételi jegyzőkönyveiben is szerepelnek, de itt a felújítás jellegénél fogva csak a tűzkár ténye és az alávonat terület kerül feltüntetésre.



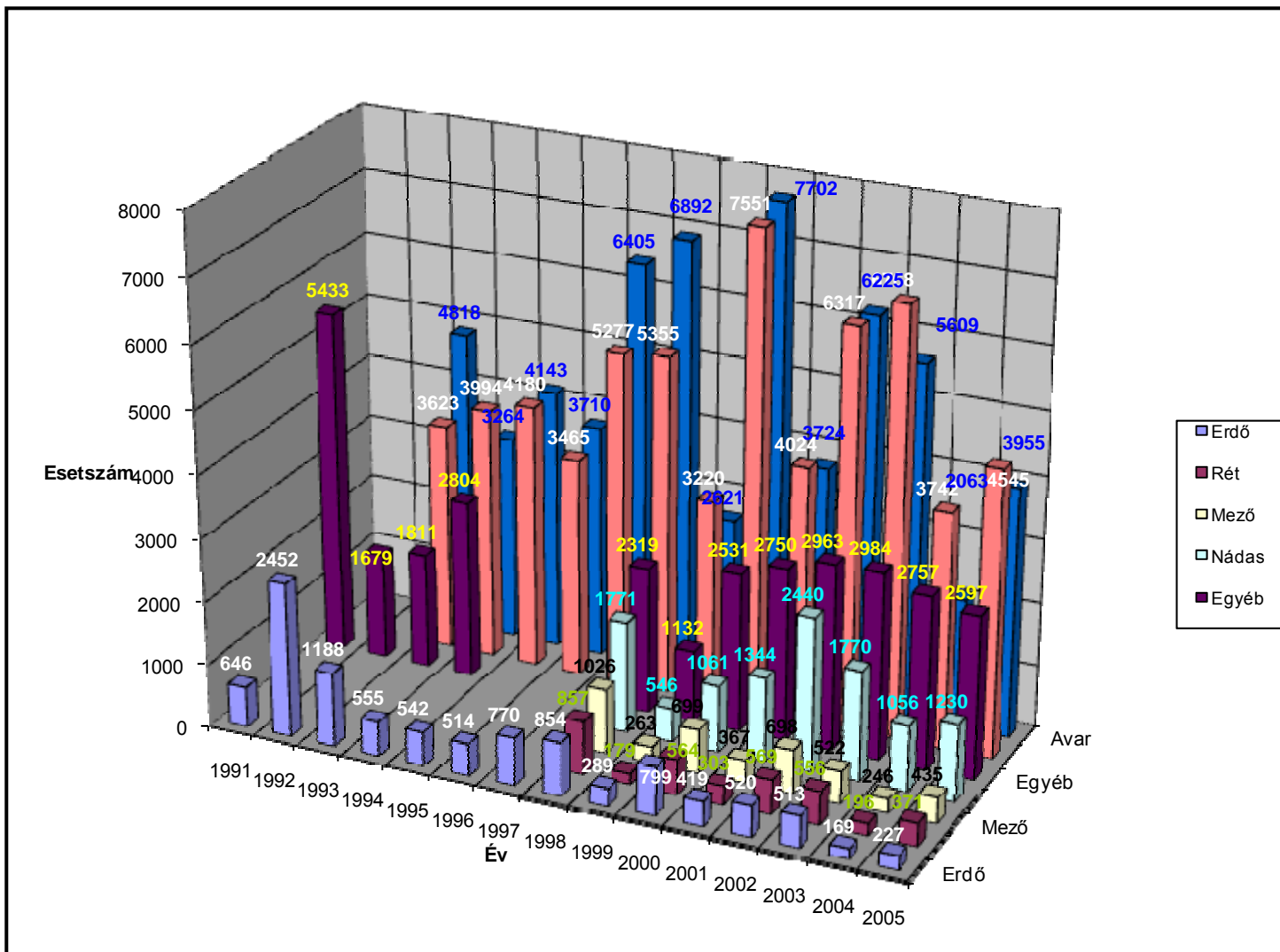
**4.1 Ábra** Erdei tűzkárok 1993-2007 között, forrás ERTI, (Hirka 2008)

#### 4.4 Új erdőtűz információs rendszer kialakítása

Az erdőtűzek elleni védelem információs rendszerének kialakítása az erdők tűz elleni védelméről szóló 12/1997 (II.26.) BM rendelet 2001-es módosítása alapján az erdészeti hatóság feladata. Az erdőtűz adatgyűjtés kezdetén a tűz adatokat a megyei Erdészeti Igazgatóságok kapták meg a Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságoktól. Ezek az adatok a korábban ismeretett szabadterületi tűz kategóriákra alapultak. A sokszor későn, helyazonosító adatok nélkül átadott tűzeset adatok miatt, az adatgyűjtés továbbra sem működhet megfelelően. Az erdészeti hatóság nem tudta kiegészíteni a kapott adatokat az erdészeti adatokkal. Az erdészeti hatóság részére nyilvánvalóvá vált a változtatás szükségessége, melynek szakmai és informatikai megvalósítására a német-magyar twinning projekt keretében került sor 2005-2006. években, a teljes rendszer 2007-től működik.

A 2006-ban kidolgozott új adatgyűjtési rendszer (Debreceni-Held-Nagy, 2006) teljes mértékben megfelel az uniós vegetációtűz-adatgyűjtési normáknak, és a nemzetközi tapasztalatoknak is.

A tűz alapadatait (piros cellák) az oltáshoz kikerkező tűzoltók veszik fel, a tűz helyét GPS segítségével vagy a megyei erdőtűzvédelmi tervek mellékleteként elkészített térképek őrhálójának kódolásával azonosítják az erdészeti hatóság számára is érthető módon. A leégett területet 3 kategóriába kell osztályozni, erdő és egyéb fás terület – egyéb vegetáció illetve mezőgazdasági terület. Ez az osztályozás a 2152/2003 EK rendelet megfogalmazása, melyben az erdőfogalom jelentősen eltér a magyar erdőtörvényben definiálttól, inkább a FAO erdőkategóriáihoz hasonlítható.



4.2. Ábra Vegetációtüzek száma és megoszlása Magyarországon az OKF adatai alapján

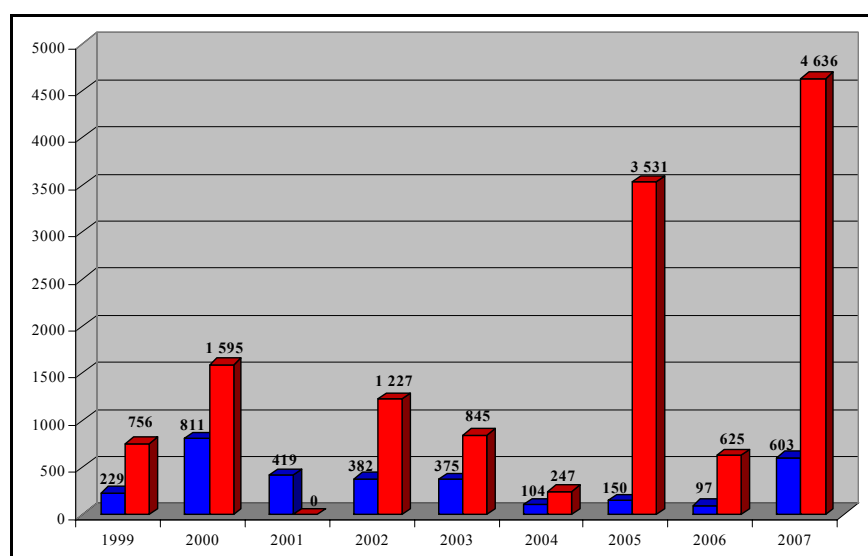
Éppen ez az az eltérés, ami miatt elkerülhetetlen, hogy a vegetáció ill. erdőtüzek alapadatait a tűzoltók vegyék fel, hiszen a magyar erdőtörvény szerint erdőnek nem minősülő területeken kialakult tüzek is az erdőtűz adatgyűjtés hatálya alá tartoznak az uniós szabályok értelmében. Az adatlapon a tűzoltás vezetőnek rögzítenie kell a tűz vélelmezett okát (ez nem von hatósági eljárást maga után), a tűz típusát és a tűz terjedését befolyásoló környezeti/időjárási viszonyokat is.

Az így felvett alapadatokat az erdészeti hatóság az erdészeti területazonosítókkal, a tűz dinamikai jellemzőivel, a végzendő erdészeti beavatkozások típusával és a keletkező kár becsült értékével egészíti ki. A kár vonatkozásában még folynak az egyeztetések az OKF-vel, mivel a tűzoltóság gyakorlata szerint az oltási költségek nem számítanak kárnak, így az oltási költségekről nem készül kimutatás. Az új tűzoltósági és erdészeti adatlapot mutatja az Melléklet 1. Ábrája.

#### 4.5 Új erdőtűz információs rendszer adatainak értékelése

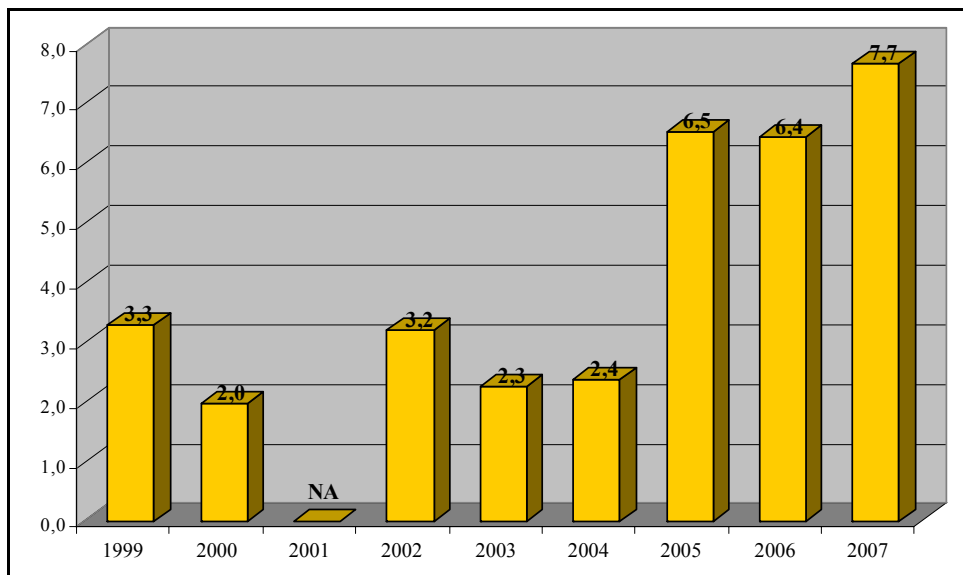
Az adatbázisba feltöltésre kerültek a korábbi évek adatai is (4.3. Ábra), de az új adatlap szerinti felvételezés csak 2007-ben lett elrendelve a tűzoltóságokon. Sajnos egyes parancsnokságok nehezen barátkoznak meg az új rendszerrel, sokszor a vegetációtüzeket egyéb tűzként tüntetik fel, elkerülve ezzel az adatlap kitöltési kötelezettséget. Mindenesetre a 2007-es adat már jobban közelíti a valóságot.

2007-ben összesen 603 erdőtüzet jelentettek, ami mintegy 4636 hektárt érintett. A biomassa modell szerinti területbontásnál (Melléklet 4. Táblázat) azonban, csak 2058 hektárt jelöltek meg ténylegesen erdőként. A biomassa modell szerinti területbontás is jól mutatja, hogy az erdőtűz sokszor vegetációtűzből keletkezik, de az is megfigyelhető hogy az erdőfelújításban égő tüzeket sokszor gyepterületi tűznek kategorizálják.



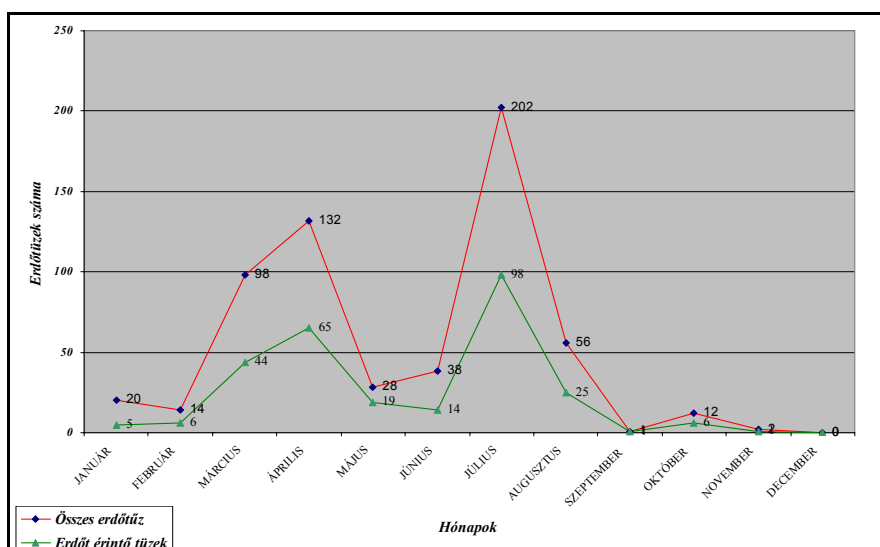
4.3. Ábra Erdőtüzek száma (kék oszlopok) és az összes leégett terület (piros oszlopok) 1999-2007 között, MGSZH Erdészeti Igazgatóság

A 7,7 hektáros az átlagos erdőtüz méret (4.4. Ábra) európai összehasonlításban magas, inkább a mediterrán országok átlagos tüzméretéhez (kb. 8 hektár) közelít, de ez a 2007-es év időjárási viszonyai alapján nem meglepő.



4.4. Ábra A leégett átlagos terület 1999-2007 között, MGSZH Erdészeti Igazgatóság

Különös magyar sajátosságot igazol a 4.5. Ábra. Jól mutatja, hogy Magyarországon két tűz szezon van, az egyik tavasszal, hóolvadás után, a másik nyáron. A két tűz szezont nemcsak a megelőzési-tájékoztatási kampányok tervezésénél, de az időjárás alapú tüzelőrejelző rendszerek parametrizálásánál is figyelembe kell venni.



4.5. Ábra Erdőtűzök szám havi bontásban 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság

Tűzokokat vizsgálva még mindig nagyon magas, több mint 50 százalékos az ismeretlen ok (Melléklet 1. Táblázat). Sajnos annak ellenére, hogy az új adatlapon vélelmezett okot kell bejelölni, sokszor - az eljárásindítási kötelezettségtől tartva- továbbra sem tüntetik fel a valós okot.

Figyelemreméltó adat, hogy az összes leégett terület körülbelül fele, 50 hektárnál nagyobb kiterjedésű erdőtűzben semmisült meg (Melléklet 2. Táblázat), ami jól mutatja, hogy ilyen tüzek oltására nem vagyunk megfelelően felkészülve. 1941 hektár erdő 6 tüzesetben égett le! Ehez képest meglepő, hogy az összes koronatűz csak 1200 hektár volt (Melléklet 3. Táblázat), ami azt mutatja, hogy nagyterjedési sebességű felszíni tüzek ellen is nehezen tudunk védekezni.

#### 4.6 Magyarországi vegetációtüzek csoportosítása

A korábbi adatgyűjtési hiányosságok ellenére mindenképpen szükséges a hazai vegetációtüzek csoportosítása. Az erdőtüzeket nem lehet mereven elválasztani a nem erdőterületen égő egyéb vegetációtüzektől, hiszen a tüzek gyakran nem erdőterületről terjednek át az erdőre.

A magyarországi vegetációtüzeket keletkezési időszak, a két tűzszezon szerint bontottam két fő csoportra. Az első csoportba tartozó tüzek tavasszal a hótakaró elolvadása után keletkeznek, amikor a vegetáció még nem zöldült ki, az előző évből azonban nagyobb mennyiségű elszáradt lágyszárú növényzet, illetve lomb található a területen, amely könnyen és gyorsan képes kiszáradni. A második csoportba a száraz, aszályos nyarakon keletkező tüzek tartoznak.

#### 4.1 Táblázat Magyarországi vegetációtüzek osztályozása

	Állomány /vegetáció típus	jellemzők	Tűz típusa	Tűz intenzitása/terjedési sebessége	Kár mértéke
<b>I. Főcsoport</b>					
I/1/a	Lombos fiatalosok és erdőtelepítések	Ritka ültetési hálózat, nem záródott állomány, időben elvégzett ápolás	Feszíni tűz	Közepes/közepes	Nagy
I/1/b	Lombos fiatalosok és erdőtelepítések	Záródott fiatalos, calamagrostis jelenléte,	Koronatűz kialakulása (teljes tűz)	Magas/közepes	Nagy
I/2	Idős lombos állományok		Felszíni tűz	Alacsony/alacsony	Nem jelentős
I/3	Cserjés területek	2 méteres gasság alatti nem teljesen	Koronatűz kialakulása (teljes tűz)	Közepes/közepes	Nem jelentős, főleg a másodlagos



		záródott cserjetársulások,			károk erózió /defláció jelenthet problémát
I/4	Cserjés területek	2 méteres magasság feletti záródott cserjetársulások,	Felszíni tűz	Alacsony/alacsony	Nem jelentős
I/5	Gyep területek	Magas és alacsony gyep-társulások	Felszíni tűz	Alacsony/magas	Megfelelő tűzfrekvencia esetén hasznos!
	<b>II.Főcsoport Nyári időszak</b>				
II/1/a	Idősebb EF FF állományok		Koronatűz	Magas/közepes	Nagy
II/1/b	Fiatal EF FF állományok		Koronatűz	Magas/közepes	Nagy
II/2	Idős lombos állományok		Felszíntűz	Alacsony/alacsony	Nem jelentős
II/3	alföldi borókás-nyáras		Felszíntűz borókás csoportoknál fáklyákkal	Közepes/közepes	Nem jelentős
III/4	Gyep területek	Magas és alacsony gyep-társulások	Felszíni tűz	Alacsony/magas	Megfelelő tűzfrekvencia és időpont esetén hasznos!
II/5	Tőzeg területek		Talajtűz és felszíni tűz	Közepes/Nagyon alacsony	Jelentős termőhelyi károkat

#### 4.7 A magyarországi vegetációtípusok veszélyeztetettsége

A magyarországi tüzek vizsgálatánál külön kell kezelni a statikus és dinamikus kockázatot. A nemzetközi szakirodalomban használatos definíciók adaptálása magyar nyelvre nem könnyű, hiszen egyaránt a „kockázat esetleg veszély” szavakkal fordíthatóak. Éppen ezért szükségesnek tartom e fogalmak rövid ismertetését:

Fire Hazard: A területen lévő éghető biomassza mennyiségét, éghetőségét kifejező mutató. Nevezhetjük „statikus” kockázatnak is.

Fire Risk: Az a veszély, hogy az éghető biomassza egy adott területen meggyullad, ember vagy villám (esetleg más, természetes tűz keletkeztető ok) begyújtja. A „dinamikus” kockázat.

Fire Danger: Annak a kockázata, hogy adott területen, adott környezeti feltételek mellett (éghető biomassza, mikroklíma, időjárás), adott szocio-ökonómiai viszonyok között tűz keletkezik.) a valós idejű kockázat.

#### **4.7.1 Statikus kockázat**

A fenti csoportosítás elsősorban a statikus szempontból, az egyes állománytípusok alapján osztályoz. Statikus kockázat alapján nem jelölhető ki egy földrajzi régió Magyarországon, bár termőhelyi alapon minden csoporthoz konkrét erdőgazdálkodási tájak sorolhatók.

Így az I/1. csoportba tartozó tüzekkel a középhegységi területek mellett, országszerte minden lombos felújításban illetve erdőtelepítésben találkozhatunk. Különösen nagy kockázatot jelent a telepítések leégése a kisebb területtel rendelkező magán-erdőgazdálkodóknak, akik más területekről származó bevételeikkel nem tudják ellensúlyozni a kárukat.

A II/1 csoportba tartozó állományoknak 3 nagy előfordulási területe van:

- A kopárfásított területek a Pilis, Vértes és a Balaton-felvidék területén
- Az alföldi fenyves állományok
- A Nyugat-Dunántúlon található erdeifenyves állományok

Emellett kisebb kiterjedésű erdei- és feketefenyvesekkel számos gyengébb termőhelyen találkozhatunk országszerte, 100-200 hektáros állományai előfordulnak az Aggteleki-Karszt, a Visegrádi hegység, a Mecsek területén is.

A statikus kockázat értékelése kiemelten fontos az erdőművelési és fahasználati munkák tervezésénél. Megfelelő tűzpászta rendszer létesítésével, elegyítéssel, fokozatos felújítással jelentősen csökkenthető a statikus kockázat.

#### **4.7.2 Dinamikus kockázat**

A dinamikus kockázat értékelésénél a hazai tüzek keletkezési okaiból kell kiindulnom. Ehhez a nemzetközi gyakorlat szerint elsődlegesen a tűz-adatbázis elemzése jelentheti a kiinduló alapot. A magyarországi jelenleg rendelkezésre álló erdő-vegetációtűz adatbázist, mint már említettem, fenntartásokkal kell kezelnünk. Remélhetőleg a PHARE projekt keretében a terveink alapján (Debreceni-Held-Nagy, 2006) az MGSZH Központ Erdészeti Igazgatósága által kialakított új ERDŐTŰZ adattár szakmailag jobban elemezhető adatokat fog szolgáltatni.

Az adatbázis említett hiányosságaira való tekintettel, a valós tűzkeletkezési okokat terepi felvételezések, erdészeti és tűzoltó szakemberekkel folytatott beszélgetések, helyszíni bejárások

alapján állítottam össze. A tűz-okok elemzés után értékelhető a magyarországi dinamikus tűz-kockázat és választhatók meg a megfelelő megelőzési-tájékoztatási-oktatási módszerek.

**Természetes tűzkeletkezési okból** csak a villámlás okoz elenyésző számban vegetációtűzet Magyarországon. Elsősorban a nyári időszakban fordul elő olyan zivatar, melynél nagyobb villámaktivitás tapasztalható csapadék nélkül, vagy elenyésző csapadékkal. Ebben az időszakban a vegetáció már kizöldült, így elsősorban aszályosabb években, az alföldi területen fordulhat elő ilyen típusú tűz. Az összes tűzesethez viszonyított aránya becslésem szerint kevesebb, mint 1 százalék.

Az összes vegetációtűz 99 százaléka emberi okokra vezethető vissza!

Gondatlan tűzokozásnál érdemes elkülöníteni a gondatlanság két büntetőjogilag definiált kategóriáját, mivel ezek eltérő típusú tüzekhez, és célcsoportokhoz köthetők, sőt a kapcsolódó dinamikus kockázat földrajzilag is lehatárolható.

#### **A hanyag gondatlanságnak (negligencia) minősíthetők:**

- A kirándulók által nem megfelelően eloltott tábortüzek miatt keletkező vegetációtüzek. Ezek elsősorban kiemelt kiránduló övezetekben, és nagyvárosi agglomerációban (Budai hegység, Pilis, Balaton-felvidék) fordulnak elő. Természetesen csak olyan helyeken, ahol a statikus kockázat is megvan, így a humidabb területeken Kékestetőn, vagy pl. Zala megyében nem jellemzőek.
- A kiskert-tulajdonosok által végzett égetés üdülőövezetekben jellemző, a tűz ugrótűz formájában terjedhet át a szomszédos erdőterületre. Csak magas statikus kockázatú állományok esetén jelent kockázatot.
- Eldobott cigaretta: földrajzi régióhoz nem köthető, elsősorban a gépjárműforgalomnak megnyitott, nagyobb erdőtömbök belsejébe vezető erdészeti és közutak mellett jelent veszélyt.
- Nem megfelelően végzett vágástéri-hulladék égetés, egyéb erdőgazdasági tűzveszélyes tevékenység: sokszor az ilyen tevékenységet végző vállalkozók nincsenek tisztába a tűzterjedési viszonyokkal. Általában az ilyen tüzeknél az osztott felelősség miatt, az erdészet sem erőlteti a felelőségre vonást.

**Tudatos gondatlanságnak (luxoria)** minősíthető az erdőterületekkel szomszédos gyepek és cserjeterületek évenkénti felgyújtása. Ez a tevékenység konkrétan régiókhoz köthető, elsősorban Borsod-Abaúj-Zemplén megyében jellemző, azon belül is kiemelten az Edelényi és Szendrői kistérségben, az Aggteleki Karszt területén és az Ózdi kistérségben.

Ezek a területeken általában tisztázatlan tulajdonviszonyú és a gyenge minőségű termőföldeken mezőgazdasági művelés nem folyik, így az elmúlt évtizedekben megkezdődött a területek elcserjésedése, megindult a szukcesszió. A helyiek elmondása szerint a gyepterületek leégetésére azért kerül sor, hogy ott frissebb legyen a gyeper, ami tűzökölógiai szempontból valóban így van, de egyrészt az égetés után nem kerül sor legeltetésre vagy kaszálásra, másrészt a szinte évenkénti égetés a gyeptársulások jelentős degradációjához vezet.

Ezek a területek társadalmi és gazdasági szempontból struktúraszegények magas munkanélküliségi rátával és a társadalom mikroközösségei közötti számos szociális feszültséggel. A korábbi ipari munkalehetőségek helyébe nem sikerül újakat teremteni az elmúlt két évtizedben.

A gyeper és cserjeterületeket elsősorban szórakozásból, megszokásból, illetve a fent említett valós gazdasági előnyt nem eredményező célból gyűjtják meg, de nem őrzik vagy felügyelik a tűzterjedést, annak ellenére, hogy tudják hogy ezek a tüzek szinte minden alkalommal átterjednek a velük szomszédos erdőterületre. Sokszor azonban a látszólag gyepterületnek kinéző erdősítéseket is meggyűjtják.

A luxória ilyenkor már inkább az **eshetőleges szándékkal elkövetett cselekménybe** hajlik át, hiszen a tűz minden évben átterjed erdőterületre is, így a gyűjtogató könnyelműen nem az ilyen jellegű következmények elmaradásában bíz, hanem beletörődik azok bekövetkezésébe.

Három társadalmi csoporthoz köthetőek az ilyen tüzek:

- az e régiókban területeken élő kiskorúak, akik évek során hozzászoktak a tüzekhez, mintegy rendszeres délutáni játékként gyűjtják meg azokat,
- mezőgazdálkodást nem folytató személyek akik szórakozásból, megszokásból gyűjtják,
- helyi gazdálkodók, akiknek a célja ténylegesen valamely terület tüzzel történő menedzselése de részben retorziótól tartva nem gondoskodnak a megfelelő őrzésről.

A **szándékos gyűjtogatás** nem köthető földrajzi régióhoz, véleményem szerint tűzesetszám tekintetében a tüzek kb. 5 százaléka sorolható ide, de okozott kár szempontjából ez az arány jóval magasabb kb. 15 százalék.

#### **4.8 A globális felmelegedés lehetséges hatásai a magyarországi vegetációtüzekre**

Tekintettel arra, hogy a magyarországi vegetációtüzek mintegy 99 százaléka szándékos, vagy gondatlan emberi magatartásra vezethető vissza, a felmelegedés hazai hatása alapvetően különbözik azoktól a területektől (boreális régió, szavannák), ahol elsősorban a természetes tűz-okok (leggyakrabban villámlás) jellemzőek.

A felmelegedés hatására megnő a vegetációtűz szempontjából kockázatos időszak hossza, ez a vegetációtűzek számának növekedését eredményezheti, különösen akkor, ha a tüzek számát jelenleg is erősen determináló szocio-ökonómiai viszonyokat nem sikerül megváltoztatni.

A felmelegedésnek a tüzek számára gyakorolt hatásánál jóval jelentősebb lehet, a keletkező tüzek tulajdonságaira gyakorolt hatás. A magasabb átlaghőmérséklet alacsonyabb relatív páratartalmat, így áttételesen alacsonyabb holtbiomassza-nedvességtartalmat (erdei avar és tűlevél-réteg, elszáradt egynyári vegetáció) eredményez. Ennek következtében nőhet a keletkező tüzek terjedési sebessége és tűzintenzitása is. Ez egyrészt a keletkező tüzek kiterjedésének jelentős növekedését eredményezheti, másrészt a tüzek oltása nehezebb lesz, a felszíni (avar) tüzek könnyebben terjednek át a cserje ill. korona szintbe. A magasabb tűzintenzitás kedvezőtlenebb behatást jelent az életközösség egészére, a vegetáció szerkezetére és a termőhelyre egyaránt. A kisintenzitású tüzekkel szemben az intenzív tüzeknél az életközösség nem mindig képes rövid távon regenerálódni, másodlagos hatások pedig (erózió, defláció) a termőhely degradációjához is vezethetnek.

## 5 Vegetációtüzek megelőzésének módszerei

Az erdőtüzek elleni integrált védekezés területén a tüzek megelőzése egyike a legfontosabb feladatoknak, amely a leginkább költséghatékony módja a tüzek elleni védekezésnek. Az erdőtüzek elleni védekezés költségei a tűz időbeli fejlődésével exponenciálisan nőnek. A legolcsóbb és legeredményesebb a jól összehangolt, és megtervezett megelőzési tevékenység, melyet a szakzsargon „never ending job” /soha véget nem érő munkaként/ ismer.

Minden tüzet azonban a leg gondosabban felépített megelőzési tevékenység sem képes megakadályozni. Ebben az esetben a költségek és a károk úgy minimalizálhatók, ha a keletkezett tüzet a lehető leghamarabb észleljük, lokalizáljuk és a megfelelő humán és technikai erőforrások helyszínre juttatásával lehatároljuk. Az azonnali eloltás a vegetációs tüzeknél csak a másodlagos cél, az ilyen tüzeknél a területi lokalizálás, kontrollálás teremti meg a biztonságos lehetőséget a tűzfészek felszámolásához.

A korai érzékelést szolgáló tevékenység két nagyobb fejezetre bontható: az első a veszélyeztetett területek behatárolását és a rendelkezésre álló erőforrások elosztását segítő, ún. tűzidőjárás index rendszer, a második az érzékelő-észlelő rendszerek.

A tüzmegelőzési tevékenység megindítható mindenféle drága felszerelés beszerzése nélkül is. Mindamelllett az effektív megelőzési tevékenységhez számos tényező megléte szükséges:

- megfelelő méretű, megelőzési tevékenységért felelős szervezet,
- a megelőzési tevékenységet szabályozó és lehetővé tevő korszerű jogszabálykörnyezet,
- a korábbi időszakban keletkezett tüzek paramétereinek (keletkezés időpontja, érintett állomány típusa, tűz típusa, bevetett erők, stb.) és legfőképpen a keletkezés okának pontos ismerete,
- a megelőzési tevékenység tervezését és megvalósítását végző képzett szakembergárda.

A felsorolt feltételek Magyarországon sajnos csak részben teljesültek. Részben ennek következménye, hogy a rendszerváltás utáni időszakban semmilyen tervezett erdőtűz megelőző tevékenység nem folyt.

Ebben a fejezetben megvizsgáltam az erdőtüzek megelőzési lehetőségeinek különböző lehetőségeit, értékeltem az egyes módszerek alkalmazhatóságát, törekedtem a hiányosságok bemutatására és konkrét megoldási javaslatok kidolgozására.

## **5.1 Az erdőtüzek elleni védekezés jogforrási rendszere, mint a megelőzés alapja**

Az erdőtörvény és az erdők tűz elleni védelméről szóló 12/1997 (II.26.) BM rendelet a megelőzési tevékenységet, sőt egyes tűzoltási feladatokat is az erdőgazdálkodóra telepít. A rendelet „tűzesetek megelőzése” című fejezetében felsorol néhány kötelezően végrehajtandó megelőzési intézkedést és műveletet, ezek azonban sem a modern erdő- és vegetációtűz megelőzési elveknek, sem a privatizáció után kialakult tulajdonszerkezeti viszonyoknak nem felelnek meg.

Azok az erdőgazdálkodók sem kaptak pontos útmutatást a megelőzési tevékenységre vonatkozóan, akik hajlandóak lennének rá pénzt fordítani. Nem kétséges, hogy e tevékenység kereteit, a kommunikációs koncepciót, a propagandaanyagokat országos szinten kell létrehozni. A helyi erdőgazdálkodónak sem az időjárás előrejelző rendszer definiálására, sem a megelőzési módszerek kidolgozása nem feladata. Hasonlóan problematikus volt a megelőzési és védekezési tevékenység összehangolását szolgálni hivatott erdőtűz-védelmi tervek helyzete, amelyek készítését ugyan a rendelet előírta, de ezek pontos tartalmi követelményeit, elkészítésük módját a készítésükre jogosult szakemberi kört nem határozta meg.

A felsorolt tartalom-igénypontokból a jogalkotónak arra a szándékára lehet következtetni, hogy a magyar erdőtűzvédelmi tervet az EU elvárásoknak megfelelően, a bevált nemzetközi standardhoz igazodva kell elkészíteni. Ezeknek a terveknek a nagy előnye, hogy az oltás és megelőzés operatív tevékenységéhez is igen jól használhatóak, és nem csak az írásztalnak készülnek. A rendelet ugyan meghatározza, hogy a terveket a megyei katasztrófavédelmi igazgatóságokhoz kell benyújtani, de az eljárás típusára nem tér ki. Nem definiálja, hogy az eljárás egy deklaratív hatósági jóváhagyás, avagy egy konstitutív döntés, melynek keretében a Katasztrófavédelmi szerv a jóváhagyást megtagadhatja: ebben az esetben az közigazgatási eljárás általános szabályai vonatkoznak a jóváhagyására. A rendelet sem a jóváhagyás feltételeit, sem a benyújtás elmulasztása esetén alkalmazandó szankciókat nem tartalmazta.

A magyar-német PHARE TWINNING projekt keretében lefolytattam az erdőtűzre vonatkozó hazai joganyag jogharmonizációját és szakmai felülvizsgálatát. A korábbi rendelet uniós jogforrásokból gépiesen átemelt részei értelmezésre és kiegészítésre kerültek a magyarországi tűzkockázati és erdészeti viszonyoknak megfelelően. Szükséges volt továbbá a régi, napjaink szakmai elvárásainak és a tulajdonviszonyoknak nem megfelelő tűzmelegelőzési és tűzoltási szabályok módosítása. (Nagy 2006)

A rendelet megalkotására a felhatalmazást tulajdonképpen a tűzvédelmi törvény adja meg a jogalkotó (minisztérium) számára, de megalkotására/meglétére az erdőtörvény is utal. Álláspontom szerint az új rendeletet e kettősség, és a feladatok tűzoltóság/erdészet közötti megosztottsága miatt mindenképpen együttes rendeletként kellene megalkotni.

### **5.1.1 Az erdőtűz-védelmi tervek rendszere és jelentősége a megelőzésben, és az operatív tűzoltásban**

Az erdőtűz-védelmi tervek négy szintjét alakítottam ki az új rendelet tervezetben:

- országos,
- megyei,
- gazdálkodói, és
- egyszerűsített erdőtűz-védelmi terv.

Az országos terv tulajdonképpen az egyes állami szervezetek erdőtűzzel kapcsolatos feladatait harmonizálja, kijelöli az országosan koordinálandó tevékenységeket, és az egyeztetés kereteit.

Az országos terv tartalmazza az erdőterületek tűzveszélyességi besorolásának módját, s a besorolás alapján az egyes közigazgatási egységek erdőtűz-veszélyességi besorolását is. A besorolásnak nagy jelentősége van, hiszen nemcsak az uniós támogatások mértéke függ tőle, hanem az új jogszabálytervezet szerint a gazdálkodó kötelezettségei is a kezelt erdőterület veszélyeztetettségének függvényében keletkeznek. A korábbi BM rendelet a besorolást a gazdálkodó feladatává tette, szankció nélkül, és bár mellékletében adott némi iránymutatást, azok szakmai szempontból nem voltak megfelelőek.

Az új besorolást az erdőállomány-adattár adatainak felhasználásával központilag készítettük el. Mivel ez az erdőrészlet szintű besorolás az erdőállomány-adattár felhasználásával csak a statikus kockázati szempontokat képes figyelembe venni, az erdészeti hatóság egy adott erdőtag erdőtűz-veszélyeztetettségi kategóriáját a dinamikus kockázat alapján megemelheti. Az erdészeti hatóság a tűzvédelmi besorolást a körzeti erdőtervek készítésekor felülvizsgálhatja, valamint az erdőgazdálkodó indokolt kérelme alapján az erdőrészlet tűzvédelmi besorolását módosíthatja.

A besorolás alapja a faállomány típus:

#### **Nagymértékben veszélyeztetett kategóriába sorolható erdők:**

- Erdei- és feketefenyő elegyes és elegyetlen állományok (faállomány típus erdőtervezési kódja 82, 85-94)
- Közönséges boróka állományok (faállomány típus erdőtervezési kódja 71)
- Lombos (tölgy, cser, fenyő elegyes akác) erdőfelújítások és erdőtelepítések a befejezés utáni ötödik évben végzett felülvizsgálatig (faállomány típus erdőtervezési kódja 10,11,12,17-24, 32-39, 40-43, 48)

#### **Közepesen veszélyeztetett erdőterületek:**

- A nagymértékben veszélyeztetett kategóriába nem sorolt egyéb fenyves fiatalosok (95-99)



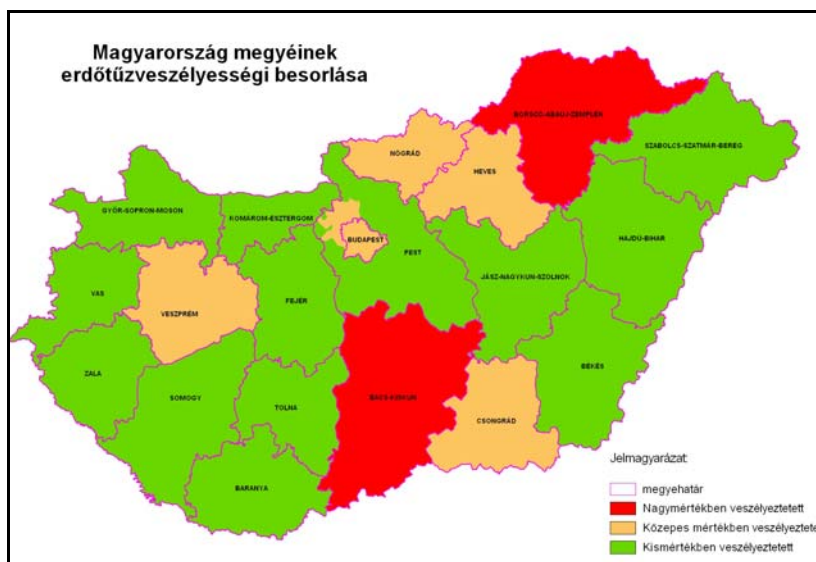
- tölgy, cser állományok, karsztbokorerdők revízió után (18, 20,21,22,23, 32-39, 40-43 48)

**Kismértékben veszélyeztetett erdőterületek:** A másik két kategóriába nem tartozó erdőterületek.

Az uniós szabályok alapján a NUTS<sup>19</sup> egységeket is be kellett sorolni. A közigazgatási egységek (község, megye) erdőtűz-veszélyeztetettségi besorolása a következő tényezők figyelembevételével történt:

- egyes társulások biomassza-dinamikai, és tűzőkológiai viszonyai,
- az adott község határhoz tartozó közepesen és nagymértékben veszélyeztetett terület aránya az össze erdőterülethez képest,
- az adott megyében a közepesen és nagymértékben veszélyeztetett terület aránya az össze erdőterülethez képest,
- elmúlt évek statisztikai adatai,
- regionális szocio-ökonómiai viszonyok,
- geológiai, talajtani viszonyok,
- időjárási viszonyok.

A megyei szintű besorolást mutatja az 5.1. Ábra.



**5.1. Ábra** Magyarország Megyéinek erdőtűz veszélyeztetettségi besorolása, forrás MGSZH Erdészeti Igazgatóság, Német –Magyar Twinning projekt

<sup>19</sup> Nomenclature of Territorial Units for Statistics: Statisztikai Célú Területi Egységek Nomenklatúrája

Összefoglalva a 4 szintűerdőtűzvédelmi tervezésből 2 szint, a különböző szervezetek munkájának összehangolását szolgálja, míg a gazdálkodói és egyszerűsített gazdálkodói terv az erdőgazdálkodók felkészülését kívánja ösztönözni, de a területi határok bevezetésével nem ró indokolatlan terheket a kiscgazdálkodókra. A tervek javasolt terjedelme (gazdálkodói 30-40 oldal, egyszerűsített gazdálkodói 4-5 oldal) és felépítése szintén a gyakorlat orientáltságot és nem a felesleges információk ismétlését kívánja elősegíteni. A gazdálkodói tervek megléte emelett egyes unios megelőzési és kárenyhítési támogatások igénybevételenek is feltétele. A saját erdő-tűzvédelmi terv készítésére nem köteles gazdálkodók kvázi a megyei tervekkel felenek meg a tervkészítési kötelezettségnek, hiszena megyei tervek a kisméretű erdőbirtokokra vonatkozóan is tartalmaznak adatokat.

**Megeyi Terv:** Az ÁESZ az OKF együttműködve a közepesen és nagymértékben veszélyeztetett megyékre megyei erdő-tűzvédelmi tervet készít.

A megyei terv tartalmazza

- a megye erdőterületeinek leírását, a megelőzést és a megfigyelést szolgáló rendszerekre és rendelkezésre álló tűzvédelmi eszközökre tekintettel, beleértve az erdő-tűz elleni védelem módszereinek és technikáinak általános leírását is,
- beszámolót a megelőző öt év erdőtüzeiről, valamint e tüzek okainak leírását és elemzését,
- a tervidőszak végére elérendő célokat a főbb tűzkeletkezési okok megszüntetésére és csökkentésére, továbbá a megelőzési, megfigyelési és ellenőrző rendszerek javítására,
- a célok elérése érdekében tervezett intézkedések leírását,
- az erdők tűzvédelmét végző szervezetek és személyek adatait, és részvételük koordinálásának módját.

Gazdálkodói terv

A rendelettervezet alapján a 100 hektár vagy azt meghaladó nagymértékben és a közepesen veszélyeztetett erdőterületet kezelő erdőgazdálkodó védelmi tervet készít.

A védelmi terv tartalmazza:

- a kérdéses terület vagy területrész jelenlegi helyzetének leírását, a megelőzést és a megfigyelést szolgáló rendszerekre és rendelkezésre álló tűzvédelmi eszközökre tekintettel, beleértve az erdő-tűz elleni védelem módszereinek és technikáinak leírását is,
- beszámolót a megelőző öt év erdőtüzeiről, valamint ezen tüzek feltárt okainak leírását és elemzését,
- a tervidőszak végére elérendő célokat a főbb tűzkeletkezési okok megszüntetésére és csökkentésére, továbbá a megelőzési, megfigyelési és ellenőrző rendszerek javítására,

- a célok elérése érdekében tervezett intézkedések leírását,
- az erdők tűzvédelmét végző szervezetek és személyek adatait és részvételük koordinálásának módját.

A védelmi tervet az erdőgazdálkodó megküldi a székhelye vagy lakhelye szerint illetékes megyei Katasztrófavédelmi Igazgatósághoz.

### **Egyszerűsített Gazdálkodói terv**

Kialakításának célja a túlzott adminisztratív terhek mérséklése volt, mindamelllett szükséges, hogy minden erdőgazdálkodó legalább egyszer végiggondolja az erdőtüzek megelőzésének feladatait. A 10 hektár vagy azt meghaladó nagymértékben, és a 20 hektárt meghaladó közepesen veszélyeztetett erdőterületet kezelő erdőgazdálkodó egyszerűsített védelmi tervet készít.

Az egyszerűsített erdőtűzvédelmi terv tartalmazza

- a veszélyeztetett terület leírását,
- a megelőző intézkedéseket,
- a tűz esetén értesítendő szervek elérhetőségét,
- a tűz esetén igénybevehető eszközöket és azok elérhetőségét.

Az erdőterület fekvése szerint illetékes erdészeti hatóság és tűzoltó parancsnokság az egyszerűsített védelmi terv meglétét ellenőrizheti. Az elkészített védelmi tervet és egyszerűsített védelmi tervet módosítani kell, ha a tűzvédelmi helyzetre kiható változás következik be.

#### ***5.1.2 Az erdőtűzvédelmi rendeletervezet tűzmeelőzésre és tűzoltásra vonatkozó módosítási javaslatai***

Az új rendeletervezet elkészítésekor fontos célom volt a hatósági eljárási kötelezettség minimalizálása, az ellenőrzési lehetőség megtartása és hatékonyabbá tétele mellett a gazdálkodók megelőzési és oltási kötelezettségeinek szakmai és ökonómiai lehetőségekhez történő igazítása.

Korábban vasútvonal mellett 10, közút mellett 5 méteres tűzpászta készítési kötelezettség volt, ez egységesen 2 méterre csökkent. Sajnos azt nem sikerült elérni, hogy ezt a megelőzési intézkedést a kockázatot jelentő vonalas létesítmény kezelőjének kelljen elvégezni, pedig ez az elaprózott tulajdonosi szerkezet miatt gyakran az egyetlen megoldás lehetne. A 2 méter széles, megfelelően tisztántartott pászta képes megállítani egy felszíni tüzet, és sokkal hatékonyabb, mint a több traktormenettel készíthető, ámde rosszabb minőségű szélesebb pászta. A pásztát érdemes az út koronától kb. 5 méterre kiképezni, mert a közelebb elhelyezett pásztánál sokszor átrepül a cigaretta csikk.

Az új rendelettervezet a régióban először lehetővé teszi az ellenőrzött tűz alkalmazását, a vágástéri hulladék égetéséhez, és a tűzpászták tisztántartásához.

*7.§.(8) Indokolt esetben a vágástéri hulladék összegyűjtés nélküli elégetésére, tűzpásztá tisztántartására ellenőrzött tüzet is alkalmazhat az erdőgazdálkodó. Az ellenőrzött tűz olyan folyamatosan kontrollált viszonyok között égő tűz, melynek célja a biomassza mennyiségének csökkentése a területen.*

*(9) Az ellenőrzött tűz tervezett alkalmazását a gazdálkodó köteles bejelenteni a területileg illetékes tűzoltóságnak, s az érintett területet bemutató térkép mellékletet és az alkalmazandó tűztechnikák leírását és a tűzbiztosításához rendelkezésre álló saját eszközeinek listáját részükre átadni.*

*(10) Ellenőrzött égetés irányítását a tűzoltóság megfelelő képzés ill. tanfolyam meglétéhez kötheti.*

*(11) Természetvédelmi területen ellenőrzött égetés csak a természetvédelmi területekre vonatkozó jogszabályok betartása mellett, az illetékes természetvédelmi hatóság engedélyével végezhető.*

Az ellenőrzött égetések végrehajtásához szükséges tananyag kidolgozása folyamatban van, várhatóan az oktatás a Katasztrófavédelmi Oktató Központ mellett az Erdőmérnöki Karon is folyhat majd. Az ellenőrzött tüzek kiválóan alkalmasak arra - az ökonómiai és ökológiai előnyök mellett -, hogy az erdészeti és tűzoltó szakemberek megismerjék a tűz mozgását, tulajdonságait, és ezen ismereteiket a tűzoltásnál is tudják kamatoztatni.

100 ha-nál nagyobb nagymértékben, és közepesen veszélyeztetett terület erdőgazdálkodója köteles az erdők védelme érdekében a tűzveszélynek fokozottan kitett erdőkben - az általa kijelölt erdészeti létesítményekben - legalább 30 személy részére az erdőtűz oltására alkalmas felszerelést készenlétben tartani. A korábbi szabályozás, amely minden erdőgazdálkodót kötelezett 30 főnyi felszerelés beszerzésére és erdőterületen történő tárolására meghaladottá és megvalósíthatatlanná vált.

### ***5.1.3 Tűzgyújtási tilalomra vonatkozó módosítási javaslatok az Erdőről és az erdő védelméről szóló 1996. évi LIV. Törvényben***

A törvényben szabályozott erdőtűzvédelmi-rendelkezések közül a legtöbb gyakorlati problémát a tűzgyújtási tilalom rendszer jelenti. Az Erdőről és az erdő védelméről szóló 1996. évi LIV. Törvény (továbbiakban Evt.) 56.§. ismerteti a tűzgyújtási tilalom elrendelésének szabályait.

Ennek jelenlegi Magyarországi gyakorlata véleményem szerint szakmailag sok szempontból hibás:

- általában késve rendelik el,

- időjárástól függetlenül egész országra kiterjedően érvényes,
- akar több hónapon át érvényben marad.

Az uniós országokban, és a világ más részein az adminisztratív tiltás helyett meteorológiai paraméterek alapján számított tűzveszélyességi index fokozatai szerint léptetik életbe a különböző tűzvédelmi intézkedéseket. Így ez nem jelent általános és állandó tiltást, amely a hazai gyakorlat szerint is inkább csak elméletben érvényesül, sőt sokszor ellentétes eredményre vezet. Az általános – néha jogilag egészen karácsonyig érvényben lévő - tiltás hatására sokan nem a kijelölt – így könnyen ellenőrizhető - tűzrakó helyen, hanem attól távolabb raknak tábortüzet, míg a tarlóégetésnél a retorziótól féltő gazda egyszerűen otthagyja a tüzet, ami kontrolálatlanul terjedhet át a szomszédos területekre. Tarlóégetés terén sajnos számos jogszabályi kollízió is nehezíti a jogkövető állampolgár dolgát, hiszen a levegő védelmével kapcsolatos egyes szabályokról rendelkező 21/2001 (II.14) kormányrendelet általános szabályként tiltja, az erdő- és tűzvédelmi törvény feltételekhez köti, de engedi, a helyi önkormányzatok jogi normái pedig igen változatosan rendelkeznek.

A tűzgyújtási tilalom jelenlegi korszerűtlen rendszere az elkövetkező években mindenképpen átalakításra szorul. Ha a tűzgyújtási tilalom teljes mértékben és részletesen a törvényben van szabályozva, azt meglehetősen nehézkes módosítani. Ráadásul van egy, az erdők tűzvédelmével foglalkozó miniszteri rendelet szintű jogforrás, ahova a részletes szabályozás elhelyezése is inkább kívánkozik. Ezért javaslom, hogy az 56.§.(1) bekezdése hivatkozzon a most módosítandó 12/97 BM - remélhetőleg a jövőben ÖTM-FVM - rendeletre, melyet a meteorológiai rendszer felállása után könnyebben módosíthatunk.

Az általam javasolt törvény szöveg :

*56.§ (1) A fokozott tűzveszély esetén a miniszter – az önkormányzati és területfejlesztési miniszterrel való egyeztetés mellett - külön jogszabályban meghatározott módon és feltételekkel tűzgyújtási tilalmat rendelhet el.*

*(2)A tűzgyújtási tilalom elrendelhető országos és megyei szinten.*

*(3) A tűzgyújtási tilalom elrendelésének, valamint a tűzidőjárás értékelő rendszer működésének részletes szabályait a miniszter rendeletben szabályozza.*

*(4) Tűzgyújtási tilalom elrendelése esetén, annak feloldásáig az erdőgazdálkodó az erdőbe való belépést és az ott tartózkodást korlátozhatja, ill. megtilthatja.*

Az 56.§. (3) bekezdésének törvényben tartása véleményem szerint mindenképpen indokolt, mivel állampolgári jogokat korlátozhat.

Természetesen a záró rendelkezések között szerepeltetni kell a rendelet megalkotására vonatkozó felhatalmazást is.

## 5.2 Kommunikációs tevékenység

Az európai országok erdőtűz statisztikáinak keletkezési ok adatait elemezve arra az eredményre jutunk, hogy igen magas arányban: mintegy 80 százalékban a tűz nem természetesen, hanem „emberi okból” keletkezik. Ezen belül első helyen szerepel a hanyag gondatlanság, ezután következik a szándékos gyújtogatás, de számos tűz keletkezik a nem megfelelően elvégzett utómunkálatok miatti visszagyulladás következtében is.

Mivel a tüzek keletkezésénél az emberi tényező játssza az elsődleges szerepet, a megelőzésnek is ez az egyik legfontosabb területe.

A kommunikációs program hatása azonban még optimális végrehajtás esetén is hosszabb folyamat. Ennek ellenére a leghatékonyabb és a legolcsóbb módszer a tüzek megelőzésében. Az Amerikai Egyesült Államokban a 30-as években kitalált Smokey a medve például jelképpé vált, és a rá épülő kommunikációs programmal a gondatlan tüzesetek számát a töredékére sikerült visszaszorítani. Ezenkívül a lakossági együttműködés az erdőtüzek jelzése terén is mind mennyiségileg mind minőségileg nagyságrendileg javult.

A vegetációtüzek statikus és dinamikus kockázatelemzése és szociológiai vizsgálatok alapján meghatározhatók a tájékoztatási és oktatási anyagok célcsoportjai és az egyes célcsoportok elérhetősége.



5.2. Ábra Új erdőtűzmeelőzési szimbólum, (Lomniczy-Nagy 2006)

Ilyen célcsoportok megelőzési szempontból

- a veszélyeztetett területek lakossága (BAZ megye, Alföldi tanyás területek),
- a veszélyeztetett területen gazdálkodók (BAZ megye, Alföldi tanyás területek),
- a főváros környéki parkerdők látogatói,
- a zártkertek, hobbitelkek tulajdonosai a statikus kockázatú területeken (Budai hg., Balaton-felvidék),

- az erdész, természetvédelmi szakemberek,
- a katasztrófavédelem, tűzoltóság – az oltásban résztvevők,
- az önkormányzatok, régiók – a megelőzésben operatíván segítők,
- a civil (zöld) szervezetek,
- az alap és középfokú oktatási intézmények és diákjaik.

Az egyes célcsoportok elérése alkalmazandó kommunikációs eszközöket és jellemzőiket mutatja be a melléklet 5. táblázata. A kialakítandó egységes arculat és a honlap működése minden célcsoport számára fontos. Természetesen a jól alkalmazott eszköz-mix esetén a csoportokat több eszközön keresztül eléri az információ. (Lomniczy-Nagy 2006)

A tájékoztató kampánynál elsődleges fontosságú lenne az országosan egységes megjelenés. Ennek sajnos kevés hagyománya van a magyar erdőgazdálkodásban, de nem csak a tájékoztató anyagok előállítása olcsóbb országos koordinációval, hanem a kommunikáció is jóval hatékonyabb.

### 5.3 Erdőművelési módszerek

Erdőművelési módszerekkel kedvező módon tudjuk befolyásolni a veszélyeztetett állományok biomasszájának statikus tűzparamétereit, ezáltal a tűz keletkezésének és terjedésének feltételeit. Az erdőművelési beavatkozások két nagy csoportra bonthatók, aszerint hogy a tűz megelőzés szempontjából fontos hatást időben rövid, vagy hosszútávon fejtik ki. A következőkben az egyes veszélyeztetett állománytípusok szerint mutatom be az általam alkalmazni javasolt erdőművelési módszereket:

#### 5.3.1 *Lombos fiatalosok (elsősorban tölgyes és cseres állományok)*

A statisztikák szerint a különböző korú fenyves állományokban keletkezett erdőtüzek után a cseres-, és tölgyes fiatalosokban keletkezett tüzek a leggyakoribbak. Ezenkívül e tüzek igen érzékeny károkat okoznak az erdőgazdálkodónak, mivel a károsított befejezett állományokat általában vissza lépteti az erdészeti hatóság folyamatos erdősítéssé.

Ezek a tüzek a fiatalos vertikális szerkezete miatt kizárólag felszíni tüzek, azonban a tüzek dinamikus tulajdonságaiban és az okozott kárban jelentős eltérések mutatkoznak. Kedvezőtlen időjárási körülmények (erősebb szél, alacsony páratartalom) vagy terepviszonyok és alacsony nedvességtartalmú biomassza esetén nagy terjedési sebességű intenzív tűz alakul ki, ami a csemetéket is súlyosan károsítja. Ha a tűz terjedési körülményei kedvezőtlenebbek, a tűz csak a csemeték alatti gyepszintben és avarrétegben terjed, mivel ezek felhalmozott mennyisége nem túl magas, ezért a lánghosszúság rövid, a csemeték kisebb mértékben sérülnek. A sérült, károsodott csemeték esetén a gyakorlat mindkét esetben a törevágást alkalmazza. Az egyes tölgy fajok fiatal egyedeinek tűzzel szembeni ellenálló képessége a vizsgálatok szerint igen különböző. Legjobban a cser képes tolerálni a felszíni tüzet, majd a kocsányos- és kocsánytalantölgy, végül a legérzékenyebben a vékony kérgű vöröstölgy reagál. Ez a különbség az egyes fajok között megfigyelhető csemete korban is annak ellenére, hogy a tisztítási korra kialakuló jelentős kéregvastagságbeli eltérés ebben az időszakban még nem alakult ki teljesen.

A tölgy fiatalosokban keletkező felszíni tüzek meghatározó statikus biomassza tényezőjét nem a csemeték jelentik, hanem a sorközökben található jelentős mennyiségű gyepp vegetáció, ennek is elsősorban a korábbi évekből összegyűlt elszáradt része (5.3. Ábra). Ez az elsősorban siskanád (*Calamagrostis epigeios*) alkotta gyepszint a könnyű biomassza kategóriához tartozik, azaz igen hamar képes kiszáradni, de nedvesedni is, gyorsan követi a levegő relatív páratartalmának változását. Ez azt jelenti, hogy adott esetben kisebb mennyiségű reggeli csapadék után képes a déli órákra meleg száraz időjárási körülmények között éghető állapotba kerülni.





**5.3. Ábra** „Tűzre váró” tölgy erdősítés,

A felújítások tűz elleni védelmének - sok más erdővédelmi szempontból is - legkedvezőbb módszere az állomány alatti felújítás. Ez történhet mesterséges alátelepítéssel vagy állomány alá vetéssel, de a természetes újulat felhasználásával is. Az elmúlt időszakban bebizonyosodott, hogy a tölgy újulat is – természetesen csak elviselhető vadlétszám mellett - hosszabb ideig is képes állomány alatt megfelelően fejlődni, mint ahogy azt korábban gondoltuk. Az idős állomány által biztosított kedvező mikroklimatikus körülmények nemcsak a csemeték fejlődését befolyásolják kedvezően, hanem az erdőtűzek keletkezési valószínűségét is nagymértékben csökkentik. Egyrészt az állományon belül magasabb a páratartalom és a szélviszonyok is kedvezőbbek, ezáltal a jelenlévő könnyű biomassa nehezebben szárad ki, és az esetleg keletkező tűz terjedési paraméterei is alacsonyabbak. Másrészt az idős állomány alatt nem alakul ki a tarvágásos felújítási területekhez hasonlitos összefüggő gyeptelepítési terület, ha a bontóvágásokat úgy ütemezik, hogy a nagyobb mértékű záródáscsökkentés idejére a felújítási szint is részben vagy egészben záródjon. Ha ez valamilyen okból mégsem így történik, a kialakuló gyeptelepítési terület mennyisége ebben az esetben is lényegesen elmarad a tarvágásos területeken mért felszíni biomassa mennyiségektől. Ezt igazolja az is, hogy az állomány alatti felújításokban keletkezett tűzek mind területben mind számban elenyészőek a más felújítási területeken keletkezett tűzhez képest.

A természetes felújításra azonban sajnos nem mindig adottak az ökológiai és állományszerkezeti feltételek. Ebben az esetben más módszerekkel kell a tűz keletkezési valószínűségét és terjedési feltételeit korlátozni.

Mivel a tűz terjedését elsősorban a gyeptelepítési terület befolyásolja, ezt kell teljesen, vagy részlegesen a területről eltávolítani. Mivel a siskanád a csemeték fejlődését is jelentősen gátolja, ennek szelektív gyomirtó szerrel történő irtása a biomassa mennyiségét is csökkentheti. Kémiai

gyomkorlátozás esetén általában a növény korai fejlődési stádiumában kerül sor, aminek következtében a visszamaradó elszáradt biomassza mennyiségileg kisebb, ezáltal nem tartalmaz a gyepszint tűzterjedés szempontjából kedvezőtlen tömegű élő biomasszát.

A tűz keletkezésének egyértelmű kizárását jelenti, ha a sorközöket művelik, az év során legalább egyszer megtárcsázzák. Ez a művelet azonban csak kedvező terep- és állomány viszonyok között lehetséges.

Jó eredményt érhetünk el a nagyobb összefüggő állományok esetén - mintegy belső tűzpászta rendszert kialakítva -, ha a gyepevegetációt 2-4 sorköz szélességben lekaszáljuk vagy betárcsázzuk, ezzel megszakítva a biomassza horizontális folytonosságát.

Extenzív erdőgazdálkodásnál sokszor alkalmazzák az ellenőrzött tüzek módszerét a területen található biomassza mennyiségének csökkentésére ill. a folytonosság megszakítására, erről a módszerről későbbi fejezetben még lesz szó.

### **5.3.2 Tisztítás korú tölgy fiatalosok**

A lombos fafajok között a tölgy fajok lombja kifejezetten gyúlékony, ezt a hazai tapasztalatok is teljes mértékben alátámasztják. Ez a megállapítás nem csak a mediterrán régióban előforduló tölgy fajokra igaz, hiszen a tölgyes fiatalosok és sűrűségek az erdőtűznek leginkább kitéttek hazánkban. Ennek számos oka van. A tölgy viszonylag későn hullatja le a lombját, a levelek lehullás után azonnal felcsavarodnak, ezzel a minimálisra csökkentve a talajjal érintkező felületet. Ez a felcsavarodás és a levelek speciális kémiai összetétele vezet ahhoz, hogy a tölgy avar nehezen veszi fel a nedvességet, tehát nedvesebb időjárási viszonyok között is éghető állapotba marad. Mindamelllett a tölgy lomb gyorsan bomlik le, ritkán gyűlik össze 1-2 évnél nagyobb mennyiségű. Általában a következő ősze már átnedvesedik, és bomlásnak indul, ennek megfelelően – mint a gyakorlat is mutatja - a tölgyesekben elsősorban a tavaszi időszak kritikus tűzveszélyességi szempontból. Ekkor még nem indult meg a vegetáció, viszont a talaj felszínén nagy mennyiségű könnyen gyulladó avarréteg található. Ezért kedvezőtlen időjárási körülmények között /főleg ha a talaj vízháztartása is kedvezőtlen, vagy kevés volt a téli csapadék/ a tölgy egyedek nedvességtartalma alacsony lesz, így a keletkező felszíni tűz könnyen felterjed a fiatalos koronaszintjébe is. /Ez ettől még nem koronatűz, hanem felszíni tűz, mivel a tűzfront nem válik szét vertikálisan, a koronában égő tűz a felszíni avarréteg égési dinamikájának függvényében terjed!/

A záródott, „beállt” tölgy sűrűség tűzveszélyességének erdőművelési eszközökkel történő csökkentésére középhegységi viszonyok között korlátozott lehetőségek vannak. Minden erdőművelő célja egy szép sűrű tölgy fiatalos, ahol a természet végzi a tisztítást, ha mégis szükségessé válik az állományban egy tisztítás, érdemes figyelembe venni, hogy a visszamaradt tisztítási anyag növeli a holt biomassza mennyiségét, tűz esetén a lángmagasságot. A tisztítást követő 1-2 évben érdemes ezért /ha erre lehetőség van/ az ilyen állományok körül egy ideiglenes tűzpásztát létrehozni. Az alföldi területeken, ahol a gépi ültetésnek megfelelő soros állományszerkezet alakult

ki, jó eredményt érhetünk el az állományokban a sorközök tárcsázásával kialakított belső tűz-pászta rendszerrel. Ezzel módszerrel az összefüggő felszíni biomassza réteg megszakad.

### **5.3.3 Hegyvidéki feketefenyvesek**

A hegyvidéki feketefenyvesekben kialakuló erdőtüzek száma nem magas, mégis ezek az állományok tekinthetők Magyarországon a legveszélyeztetettebbnek. Ezeken a területeken az edafikus és klimatikus viszonyok egyaránt kedvezőtlenek, a kevés csapadékhoz nagyon rossz vízháztartású talaj, illetve alapkőzet tartozik. A kialakuló tüzek a földig ágas törzsszerkezet, a meredek terepviszonyok, és a nagy felszíni biomassza mennyiség következtében kialakuló nagy lángmagasság miatt hamar a koronatüzzé fejlődnek (Pilisvörösvár 1993). Az ilyen nagyterületű koronatüzek eloltására a magyar katasztrófavédelem jelenleg sem technikailag, sem technológiailag nincsen felkészülve. Ezek a területek napjainkban a magyar erdőgazdálkodás időzített bombái, melynek teljes hatástalanítását csak a területek faállományának átalakítása jelentheti. Ezt a folyamatot lassítja, hogy az átalakításhoz szükséges erdőművelési tevékenység magas költségét nem képes ellensúlyozni a faállomány értékesítéséből elérhető alacsony bevétel, ezért a gazdálkodó nem érdekelt a jelenlegi finanszírozási feltételek mellett az átalakításban. Ha bekövetkezik a katasztrófa, akkor azonban a felújítás az átalakítási költségek többszörösét jelenti. A magyar középhegységi területeken található feketefenyves állományok csaknem kizárólag a két világháború között, illetve az 1960-70-es években lezajlott kopárfásítási programok során létesültek. Nagyobb kiterjedésű kopárfásítások találhatóak a Keszthelyi hegységben, a Vértesben és a Pilisben. Az alapkőzet többnyire dolomit, melyen rendkívül gyenge sziklás váztalaj, földes váztalaj, ill. rendzina talajtípusokat találunk. A területek elkopárosodásának szinte mindig a korábbi évszázadokban végrehajtott erdőirtás az oka. A területeken a természetes klimax társulást a mézskedvelő karszttölgyes (Orno Quercetum) jelentené, amely a cserszömörécés bokorerdővel a nyílt- és a zárt dolomit sziklagyepekkel képez természetes körülmények között mozaikos társulásokat. Ez a társulási forma sok ezer év alatt megfelelően alkalmazkodott a tűz elleni védekezéshez: egyrészt a benne található fafajok jól tolerálják a rövidebb idejű felszíni tüzeket, másrészt ezekben a társulásokban nem is alakul ki összefüggő felszíni biomassza szint. A felszíni könnyű biomassza mennyisége is jóval elmarad a feketefenyvesekétől. E területek tűz elleni védelmének legmegfelelőbb hosszú távú megoldása az állományok természetes karszttölgyessé történő átalakítása. Ez mind természetvédelmi oldalról, mind gazdálkodói oldalról kívánatos, hiszen ezeken a területeken értéktárolás sem a múltban nem folyt, sem a jövőben nem lesz rá lehetőség.

#### **5.3.3.1 Feketefenyves fiatalosok, telepítések**

Napjainkban a kopárokon ott találkozunk feketefenyves fiatalosokkal, ahol az öreg állományt nem sikerült átalakítani, vagy a korábbi erdőtűz következtében erdősítési kötelezettség keletkezett.

Az erdősítésnél törekedni kell arra, hogy azokra a helyekre, ahol a termőhelyi körülmények kicsit kedvezőbbek, lomb csemeték (cser. molyhostölgy) kerüljenek, valamint az ápolások során elő kell segíteni a spontán bevetődéssel betelepült fajok, elsősorban fehér nyár, mezei szil, virágos kőris, akác, cserszömörce megmaradását. Megfelelő térbeli rend kialakításával, ezek az ugyan nem szabályos vonalú lombos sávok természetes tűzpásztákat képeznek a felújításon belül. A kopárokon a fiatalosok kb. 8 éves koráig a tűzveszély nem túlzottan magas, mert az állomány még nem záródott, a dolomit kibúvások pedig megakadályozzák a folytonos gyepszint kialakulását. Ha azonban a feketefenyves fiatalos elkezd jobban záródni, kedvezőbbek lesznek a mikroklamatikus körülmények, a csemeték között megjelenő gyepevegetációval a tűzveszély többszörösére nő. Hasonlóan kedvezőtlen, ha a csemeték között jobb talajokon kialakul az összefüggő gyepszint. Ebben az esetben a tűz terjedését a gyep sávokban történő évenkénti eltávolításával tudjuk megakadályozni. Az így létrehozandó belső tűzpásztá-rendszer szélessége nem lehet kevesebb 5-6 méternél.

### 5.3.3.2 Hegyvidéki idősebb feketefenyves állományok állományszerkezet átalakításának erdőművelési módszerei

#### 5.3.3.2.1 Idősebb elegyetlen állományok

Ezen állományokban a törzsszám az elmaradt ápolóvágások miatt többnyire olyan magas, hogy a talajfelszín teljesen nudum. Az ápolóvágások azért maradnak el, mert míg az erdőtelepítés a kopáron ráfordításos rendszerű finanszírozással történik, azaz 100%-os állami támogatással, a későbbi ápolóvágásokat nem dotálták így az elvégzésükre nem jutott pénz. A kedvezőtlen fényviszonyok miatt sem fásszárú, sem lágyszárú növényzet nem képes megtelepedni. Ha azonban az állomány záródását csökkentjük, a természetes újulat megjelenik. Ezt bizonyítja a hótörés miatt keletkezett természetes lékekben a nagyszámú természetes lomb újulat (3-4 ezer/ha) megjelenése is. Ez főleg VK csemetéket jelent nagyszámban, de termőhelytől függően MOT, CS, KTT, MSZ,HJ, KJ, MJ, FNY, SZNY, NYI, KEFÜ, KÖ, cserjék közül EGG, CSGG, CSSZ, KÖK,VR is megjelenik. (Az értekezésben alkalmazott fa- és cserjefaj rövidítéseket a melléklet 8. Táblázata tartalmazza)

Ezekben a magas záródású, nagy törzsszámú állományokban első lépésben 20-30% törzsszámcsökkentéssel annyi fényt adunk, hogy az újulat képes legyen megjelenni. Második lépésben kb. 3 év múlva a megjelent újulat csoportok függvényében jelöljük ki azokat a részeit az állománynak, ahol további beavatkozásokat végzünk. Ebben az állapotban az állomány már hasonló, illetve megegyezik a következő pontban leírtakkal, s a további teendők is ugyanazok.

1999-ben Pilisvörösvár 9/A erdőrészletben ilyen elegyetlen feketefenyves állományrészt bontottam meg. A padkákra sorosan ültetett állományban 30 százalékos tőszámcsökkentés után, 2003-ra 2-3 ezer csemete6hektár számban jelent meg elsősorban a VK RNY de a MOT, CS is.

#### 5.3.3.2.2 Idősebb állományok elegy-fafajokkal

Ezen állományokban a fenyő között a lomb valamilyen formában már megjelent. A lomb fajok elegy-fafajként történő megjelenése egyrészt természetes betelepülésnek, másrészt elődeink előrelátásának köszönhető. A másik eset, amikor a FF állományokban a szükséges nevelővágásokat elvégezték és az állományok alján megjelent a lomb újulat.

Az állományban idősebb lombos faegyedek és újulat egyaránt található.

Ebben az állománytípusban a lombos fafajok (VK, CS, MOT, HJ) a felső koronaszintben helyezkednek el, ahol a FF-vel vívni konkurenciaharcot. Általában a kedvezőbb mikroklímájú részeken a lombos fafajok kerülnek előtérbe, így több helyütt kisebb-nagyobb tisztán lombos állományfoltok keletkeznek. Más helyeken pedig a lomb kerül hátrányba. Ebben az állománytípusban csaknem mindenütt találkozunk újulattal, és a lombos fa- és cserjefajok eltérő korú és szociális helyzetű egyedeivel, amelyek az állomány fényviszonyainak, és mikrotermohelyi tényezőinek megfelelően eltérő számban és minőségben vannak jelen. Azokban az állományrészekben, ahol a lomb elegyaránya magasabb, így a fényviszonyok kedvezőbbek, több lombos újulat képződik, így ezen erdőrészek felújításánál, illetve átalakításánál ezekből a csoportokból kell kiindulni:

- a csoportok közepéről - ha azzal nem okozunk túl nagy, így erózióveszélyes léket - a FF-t el kell távolítani.
- a magasabb fenyő elegyarányú részek felé fokozatosan csökkenő erélyű gyérítéssel kell haladni.

A csoportok alakját a természet, és nem a geometria határozza meg.

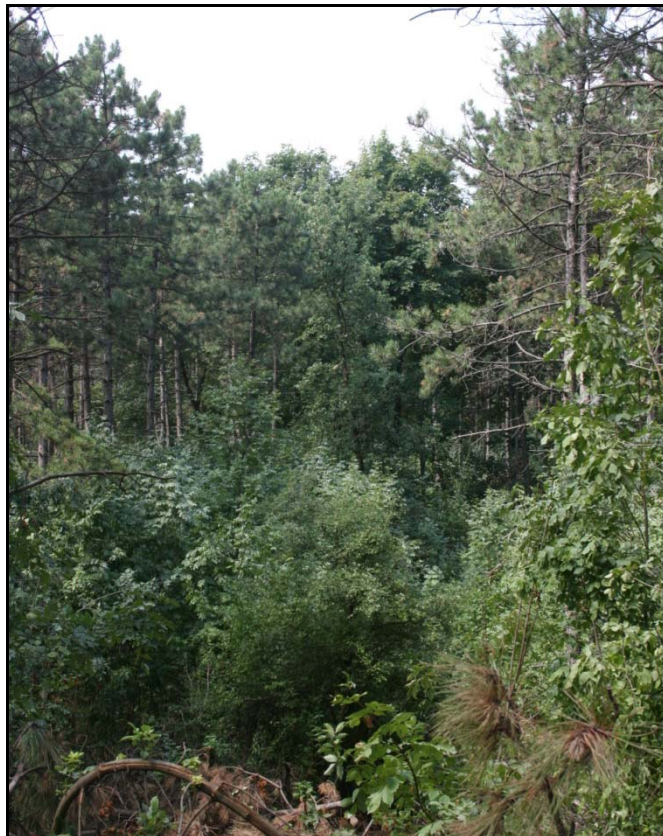
Tulajdonképpen csoportokból kiinduló, eltérő erélyű gyérítésről van szó ezen állománytípus területén. A gyérítéseknél az újulat erősítése, és a már a területen lévő lombos cserjék és faegyedek nagyobb és kedvezőbb élettérhez juttatása is egyaránt célunk. Mivel a meggyérített részeken a lomb újulat tovább fog erősödni, 4-5 év múlva vissza kell térni a területre, és a csoportok peremén tovább haladni.

#### 5.3.3.2.3 Állományok életképes újulattal

Ezekben az állományokban idősebb lomb egyedek nincsenek, de olyan a záródás, hogy a szomszédos területekről bevetődéssel (VK), ill. „behordással” (a szajkó helyi megfigyelések szerint, a tápláléknak szánt tölgyakkot elrejt, és ezt később ottfelejt) kielégítő újulat jelenhet meg. A kedvezőbbnek mondható fényviszonyok a korábban végrehajtott 20-30%-os gyérítésnek köszönhetőek. A meglévő újulat még sérülékeny, változó korú (1-4év), és eloszlású. Így egy nagy területű erőteljes bontás erózióveszélyes, és más abiotikus károk szempontjából is kockázatos

lenne. A vonalas (két irányba haladó) felújítási mód alkalmazásával az említett kedvezőtlen hatásokat eredményesen küszöbölhetjük ki. A támadóvonal iránya, illetve vezetésének sajátosságai az adott állomány domborzati, illetve terepviszonyaitól függ. Általánosan a következőket mondhatjuk el:

- A vonalakat egységes felújítási rendszer részeként tervezzük, melynek során a térbeli vonalvezetésre, és az erdőművelési sajátosságokra egyaránt figyelünk.
- Mivel két irányba haladunk, a támadóvonalra merőlegesen, meredek falat sehol sem hagyunk, a bontott részből mindkét irányba visszük a lassú átmenetet.
- A bontással a támadó vonal mentén keletkező sáv alakja esetenként kiöblösödhet (a vonal melletti erős újulatra rábontva), illetve megszakadhat (pl. ha a vonal lombos foltba ütközik).
- A támadóvonal mentén keletkezett sáv területén nem távolítjuk el az összes feketefenyőt azokon a helyeken, ahol nincsen a felső koronaszintben kellő számú lombos fa.
- A bontás során, a vonalon található lombos cserjéket és faegyedeket természetesen kíméljük.



**5.4. Ábra** Széles felújítási vonal a Pilisvörösvár 10 B erdőrészletben, kialakítás ideje 2000, 2. ütem 2007

Az első bontás után a 4-5 évvel - amikor a vonalak peremrészein az újulat a kedvezőbb viszonyok következtében már kellően megerősödött - a vonalakkal tovább kell haladni (5.4. Ábra). Emellett a támadóvonal struktúra megtervezésénél - a termőhelyi lehetőségek maximális figyelembevételével - a rövidtávon érvényesítendő tűzvédelmi szempontokat is érvényre kell jutatni, azaz a támadóvonalak eredményeképpen létrejövő lombos fafajokból álló pásztarendszer egy olyan feltáróutakra támaszkodó, méhsejt szerű védelmi rendszer alkosson, amely a keletkező tüzek terjedését a lomb fafajok kedvezőtlenebb éghető biomassza tulajdonságok miatt lassítja, illetve megakadályozza.

A vonalas felújításnak két alaptípusa kerülhet alkalmazásra, melyek főbb jellegzetességeit az 5.1. Táblázat foglalja össze.

### 5.1. Táblázat Vonalas felújítások alkalmazott változatai

	<b>Keskeny vonalas</b>	<b>Széles vonalas</b>
Terepviszonyok	Nagy lejtésű (20%<) Géppel nem járható	Kis lejtésű Géppel jól járható
Erózió veszély	Nagy	Nem jelentős
Támadóvonalak távolsága	20 sor	60-70m
Támadóvonalak szélessége	2 sor	15-17m
Mesterséges alátelepítés	Nincs	van (CS és MOT kb. 1500db/ha)

#### *Keskeny vonalas felújítás*

Ezt a módszert nagy lejtésű, padkás ültetésű állományokban használjuk. A szintvonalakkal párhuzamosan haladó sorokból kettőt teljesen kivágunk, e két sort az újulat ill. a térbeli rend függvényében jelöljük ki. Kb. 100 méteres hossz után a következő vízmosásnál a sort 2-3 sorral feljebb vagy lejjebb dobjuk, ezzel mintegy lépcsőzve a támadóvonalat, és megakadályozva kedvezőtlen szélcsatorna keletkezését. A szomszédos sorokban 25-30%-os, a távolabbiban 15-20%-os tőszámcsökkentést hajtunk végre az újulattól függően azért, hogy az egyenletes átmenetet biztosíthassuk.

#### *Széles vonalas felújítás*

Ezt a módszert a kis lejtésű, vagy sík kedvező terepviszonyokkal rendelkező állományokban használhatjuk. (5.5. Ábra) A támadóvonal vonalvezetése a kedvező besugárzási viszonyok, ill. a helyi szélviszonyok figyelembevételével történik úgy, hogy a csemeték elegendő fényt kapjanak, de ne égessen őket a nap, megmaradjon a kedvező állományklíma, valamint ne alakuljon a vonal szélcsatornává. A szél szárító hatásával komoly veszélyt jelentene ezen a csapadékos területen!

A természetes újulat mellett - ha a termőhelyi tényezők lehetővé teszik - a kitermelt vonal területére, ill. a vonal melletti megbontott állományrészekbe CS és MOT csemetékkel alátelepítést végzünk, kb. 1000db/ha CS és 500db /ha MOT csemetével.



**5.5. Ábra** Széles-vonalas felújítás támadóvonala oldalról a bontott állományrésztől felől

#### *Vadlétszám*

Ha a területen a leendő lombos állományokat természetes felújítási módszerekkel szeretnénk létrehozni, - ez erdőművelésileg és ökológiailag, valamint ökonómiailag indokolt - a terület vadeltartó képességére, valamint az optimális vadlétszámra feltétlenül tekintettel kell lennünk. Ez esetünkben a vaddisznó és az őz károkozását jelenti. A disznó a széles sávú felújításnál alkalmazandó alátelítéskor a makkrakás lehetőségét teljességgel kizárja, és veszélyt jelent a csemetékre is, az őz pedig rügy- és hajtásrágásával okoz csemetepusztulással járó kárt.

#### **5.3.4 Alföldi fekete- és erdeifenyves állományok**

Az alföldi fekete- és erdeifenyves állományok mind erdőművelési és termőhelyi szempontból, mind tűzvédelmi szempontból eltérnek a középhegységben található fekete- és erdeifenyves állományoktól. Az elkövetkező évtizedben a jelenlegi tendenciák szerint a fekete- és erdeifenyves állományok területe csökkenni fog, ennek elsősorban az az oka, hogy az egykori fenyvesítési program keretében olyan termőhelyekre is ilyen állományokat telepítettek, ahová termőhelyi szempontból nem volt feltétlenül indokolt. Várhatóan a véghasználatra kerülő alföldi fenyves állományok területének kb. 30%-a más fafajjal kerül felújításra. A magán-erdőgazdálkodók előnyben részesítik az akácot, bizonyos területek pedig természetvédelmi megfontolásból hazai nyárral kerülnek felújításra.

A fekete- és erdeifenyves fiatalosok tűzveszélyességét elsősorban az állományszerkezet határozza meg. Ha nagy a záródás, és nincsen a csemeték között gyepterület, a tűz keletkezésének kockázata jóval alacsonyabb, mint a ritkán ültetett elgyomosodott felújításban, vagy telepítésben. Ennek oka, hogy a tűz elsősorban a könnyű biomassza részekben keletkezik, és ha a



gyepvegetáció nincs jelen, a fiatal fenyő egyedek nem képeznek olyan tűavar réteget, amely jelentős mennyiségű könnyű biomasszát jelentene. Ezért érdemes magas záródásra törekedni a fiatalosokban. A nagyobb sorközzel ültetett felújításokban vagy telepítésekben végzett ápolási munkák is csökkentik a tűz keletkezésének kockázatát. Összességében elmondhatjuk, hogy a fenyves fiatalosokban 10 éves korig a keletkezett tüzek száma elmarad a területi arányokból feltételezett tűzeset számtól. Tisztítás korra azonban a nudum talajfelszínű, magas záródású állományokban is olyan mennyiségű tűavar réteg képződik, amely nagy intenzitású felszíni tűz fejlődését okozhatja. A nagy záródásnak fiatal korban megvan az a jótékony hatása is, hogy elősegíti a feltisztulást, s így csökken a koronatűz kifejlődésének kockázata.

Nagy kockázatot jelentenek a tisztázatlan tulajdonviszonyok, vagy természetvédelmi megfontolások miatt kezeletlen fenyves állományok, ahol a tűz könnyen léphet fel másodlagos károsításként, és ez a kedvezőtlen vertikális biomassza eloszlás miatt a koronatűz kialakulását eredményezheti. A megfelelően elvégzett egészségügyi termelések és nevelővágások jelentősen csökkentik a tűz kialakulásának kockázatát. A kedvezőtlen termőhelyi viszonyok miatt az erdőművelési módszerek mérsékelhetik a tűzveszélyt, de megfelelő eredmény csak jól megtervezett és fenntartott tűzpászta rendszerrel kombinálva érhető el. Ezt indokolja a mozaikos fölhasznosítási és társulás szerkezet is, amely miatt az állományokat sokszor a szomszédos területről áttérjedő tüzeztől kell védeni.

## 5.4 Ellenőrzött tüzek

Az ellenőrzött tüzek alkalmazása az elmúlt évtizedek erdőtűzkutatásainak talán legvitatottabb kérdése. Az ellenőrzött tüzekkel a területen található éghető biomassza mennyiségét csökkentjük. Mivel az égetés időpontját úgy választjuk meg, hogy az égési kondíciók „kedvezőtlenebbek” legyenek, a tűz elsősorban a könnyű biomasszában terjed. Emiatt a következő évben az állományból hiányzó „gyújtós” (könnyű biomassza) miatt a tűz keletkezésének valószínűsége minimális. Ezzel az eljárással több százezer hektár erdőterület kockázat csökkentését végzik szerte a világban.

A magyarországi speciális termőhelyi viszonyok miatt az ellenőrzött tüzek állományon belüli alkalmazása, a részletes hatásvizsgálatok elvégzése előtt nem javasolható, de ellenőrzött tüzekkel történő tűzpászta rendszer kialakításnak számos helyen, ökológiai és ökonómiai okokból nagy jelentősége lehet.

Hosszú évek kitartó küzdelme után az európai szakemberek is egyre szélesebb körben kezdik felismerni a tűz szerepét a tűz elleni védekezésben. „A tűz jó szolga de rossz mester” és mint szolga, a vegetációtűz menedzsment és a tűzoltás fontos szereplője. Mindenki tudja, hogy az ellentűz a tűzoltás egyik hatékony módszere, mégis nagyon kevesen voltak és vannak Európában, akik egy ellentűzet vagy kiégetést (biomassza eltávolítása adott területről a tűzfrontok találkozása nélkül) biztonságosan végre tudnak hajtani, vagy le tudnak vezényelni.

Az ellenőrzött tüzeket álláspontom szerint Magyarországon elsősorban a gyepgazdálkodásban és a cserjésedő területek kezelésében lehet eredményesen használni, mint természetközeli kezelési módszert. Ennek hazai hagyományai is megvannak a mezőgazdaságban, a megfelelő időpontban és égetési technikával végrehajtott ellenőrzött égetés sem a termőhelyet sem a társulást nem károsítja. Az erdővel szomszédos mezőgazdasági területeken végrehajtott tervszerű égetés nemcsak a vegetációtűzek számát, hanem az erdőtűzek számát is csökkentené.

## 5.5 Tűzjelző rendszerek

A megfelelően kialakított tűzjelző rendszerrel biztosítható a keletkezett tüzek korai felfedezése, koordinátáinak meghatározása. A korai felismerés lehetővé teszi, hogy a kisebb erőkkel is eredményes védelmet valósíthassunk meg.

### 5.5.1 Műholdak alkalmazási nehézségei

Extenzív erdőgazdálkodás ill. gyéren lakott területeknél alkalmazhatók megfelelően a műholdas rendszerek. Elsősorban a geostacionárius pályán álló műholdak lehetnek alkalmasak, főleg ha a megfelelő felbontással rendelkező meteorológiai műholdak adatait speciális szoftverrel kiegészítve alkalmasak erre a feladatra. Megfelelő számú földkörüli pályán keringő műhold is kielé-

gító gyakoriságú információt biztosít a területen keletkezett tüzekről. Jelenleg a MODIS TERRA és Aqua valamint a NASA NOAA-12 és NOAA-14 műholdak adatainak együttes elemzésével kb. 6 óránkénti visszatérési idővel nyerhetők információk a keletkező tüzekről. Az új fejlesztésű speciális erdőtűz detektáló holdak már a tűzfront hőmérséklet különbségeit is képesek érzékelni ezzel értékes oltási taktika kiválasztásához felhasználható plusz információt szolgáltatnak. A hat órás visszatérési időköz azonban Európában általában nem elfogadható. Emellett a műholdas rendszerek alkalmazásának korlátját jelenti, hogy a szenzorok a felhőrétegen nem látnak át.

### ***5.5.2 Kamerás megfigyelő rendszerek***

A jól bevált megfigyelőtornyokat napjainkban világszerte a korábbi megfigyelő személyzetet felváltva automatizált kamerarendszerekkel szerelik fel, amelyek a kapott képeket elemezve a tűz észlelésére és lokalizálására alkalmasak. Ilyen - akár kombináltan térfigyelésre is használható - rendszerek kiépítése Magyarországon számos helyen /Hortobágy, Kiskunság / indokolt lenne.

Az Aggteleki Nemzeti Parkban a Szendrői Tűzoltóság és a Budapesti Műszaki Egyetem részvételével 2004-ben indítottunk egy projektet, melynek keretében kiépítésre került egy kísérleti kamerarendszer. A rendszer keretében fekete-fehér és színes digitális kamera került kihelyezésre, melynek képét a tűzoltóság ügyeletére továbbítjuk. A rendszer jelenleg is fejlesztés alatt van, melyet részletesen a 9. fejezetben ismertetek..

Jelenleg hazánkban elsősorban a nagyobb erdőgazdálkodók által szervezett földi járőrszolgálat végez tűzjelzési tevékenységet. A légi tűzfigyelésnek mind a tárgyi mind a pénzügyi feltételei hiányoznak.

## 6 Biomassza modellek statikus paramétereinek meghatározása

A biomassza modellek kidolgozása tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt nélkülözhetetlen. A tűzökológiai kutatásoknál, ellenőrzött tüzek tervezésénél és kivitelezésénél, a tüzek előrejelzésénél és oltásánál egyaránt fontos, hogy minél több információval rendelkezünk az éghető anyagról. A természetes vegetáció más éghető anyagokhoz képest különösen nagy változatossággal rendelkezik időben és térben egyaránt.

Az éghető anyag „statikus” paramétereinek rendszerbe foglalására szolgálnak a biomassza modellek. Az egyes biomassza modellek pontossága és léptéke az alkalmazási területtől függ. Kutatási céllal, vagy kiemelten veszélyeztetett területek esetén korcsoportok és állománytípusok szerint külön modellek készülnek, míg a gyakorlat szempontjából elegendő a nagyobb léptékű, fő vegetációtípusokra vonatkozó csoportosítás is. Az Észak-amerikai kontinensre 1978-ban az un. NFDRS<sup>20</sup> csoportosítás még 20 biomassza modellt alkalmazott, melyet később a gyakorlati szempontok miatt 13 modellre csökkentettek. 3 biomassza modell a gyeptársulásokat, 4 modell a cserjetársulásokat, további 3 az erdőtársulásokat és 3 a nevelővágással és végvágással érintett állományokat írja le.

Terepi körülmények között a tűzoltás során még mindig a 13 NFDRS biomassza modellek táblázatos formáit alkalmazzák Észak-Amerikában, de tűzmodellezési célra ismét bővítették a biomassza modellek számát, Scott és Burgan már 40 biomassza modellt ír le. (Scott-Burgen 2005)

A biomassza modell kutatásának első kérdése: hány fő biomassza modell kialakítása indokolt Magyarországon?

A fő biomassza modell kifejezésen a gyakorlat számára készített biomassza modell rendszer egyes elemeit kell érteni. Ezeknek a modelleknek a definiálása elsődleges a kutatási célú modellek szempontjából is, hiszen ha egy területre pontosabb biomassza kategóriák kidolgozása szükséges, ezek elkészítéséhez is az elsődleges biomassza modell struktúrát kell figyelembe venni, és ezeket a „fő” modelleket kell tovább pontosítani.

A modellek kialakításánál törekedtem arra, hogy azok az Európában elfogadott szakmai elveknek megfelelően készüljenek, és a nemzetközi gyakorlatban használatos adatokat feltétlen tartalmazzák. Remélhetőleg egy évtizeden belül az európai tűzökológiai, katasztrófavédelmi tudomány és gyakorlat képes lesz egy egységes Európai biomassza modell rendszert kialakítani. Ez jelentősen könnyítené a nemzetközi katasztrófavédelmi együttműködést is.

A fő modellek száma hazánkban sem jó ha túl magasra választanám meg, mert ez nehezítené a terepi (táblázatos-grafikonos) alkalmazásukat, ráadásul a tűzoltásban nemcsak erdészeti szakemberek vesznek részt és túl nagy számú fő-biomassza modell esetén az elkülönítés is nehéz lenne. Mindamellettt modellezési célokra hosszabb távon itthon is kívánatos több biomassza

---

<sup>20</sup> National Fire Danger Rating System

modell kidolgozása egységes elvek mentén. Figyelembe kell azonban venni, hogy Európában területhasználati, populációs és kulturális okokból pontosabb modellek szükségesek, mint Észak Amerikában.

A doktori értekezéshez kapcsolódó kutatómunka keretében terepi mérések, gyakorlati tapasztalatok, és az elmúlt évtized erdőtüz adatai segítségével dolgoztam ki egy véleményem szerint tűz megelőzési és tűzoltási szempontból gyakorlatban is alkalmazható fő biomassza modell rendszert. A nemzetközi tapasztalatok figyelembevételével kidolgoztam egy egységes biomassza felvételezési módszert, amely több eljárás előnyeit kombinálja, egyszerűen, gyorsan és ezért olcsón végezhető. Elvégeztem egyes modellek statikus és néhány modell dinamikus tulajdonságainak mérését.

## **6.1 A biomassza mennyiségének meghatározására szolgáló eljárások (szakirodalmi áttekintés)**

A „fuel sampling” (FS) eljárások célja a területen található biomassza mennyiségének és térbeli eloszlásának meghatározása. A nemzetközi gyakorlatot áttekintve nem beszélhetünk egységes biomassza felvételezési gyakorlatról, éppen ezért ebben a fejezetben röviden áttekintem a külföldi gyakorlatban alkalmazott egyes felvételező (FS) eljárásokat. Az alkalmazott FS eljárás nem csak a felmérés céljától, a későbbi felhasználási területtől és a pénzügyi lehetőségektől függ, hanem a biomassza szintek és a biomassza-komplex egyes elemei között is jelentős különbség mutatkozik az alkalmazott eljárás tekintetében. A biomassza mennyiségének meghatározására kialakult eljárásokat három csoportba sorolom:

- direkt felvételező eljárások,
- indirekt észlelési eljárások,
- biomassza számítógépes modellezése.

Ez a csoportosítás természetesen nem kizárólagos, más szempontok szerinti felosztás is alkalmazható.

### **6.1.1 Direkt felvételező eljárások**

A direkt eljárásoknál a területegységre jutó biomassza mennyiség meghatározása a biomassza elemek fizikai paramétereinek közvetlen mérésével történik

A **quadrátos mintavételt** a középső biomassza szint egyes elemeinek mérésére használják. A biomassza elemeket a négyzetben eltávolítják, majd csoportokra bontva (avar, lágyszárú, faszárú, élő-élettelen) szárítják és mérlegelik. A négyzetes destruktív mintavételt alkalmazzák a duff mennyiségének mérésére is, amennyiben a duffra vonatkozó regressziós görbe nem ismert. A mintavétel alakja a könnyebb kezelhetőség miatt négyzet. A mintavételi négyzet mérete bio-

massza elemenként és vegetációnként különböző lehet, a 0,01-1 négyzetméteresig minden előfordul. A mintavétel ideális alakjával és méretével számos tanulmány foglalkozik (pl. Brummer et al 1994), a fő meghatározó tényezők: a felvételezés célja és az elvárt pontosság, finansiális lehetőségek, biomassza elem jellemzői, vegetáció jellemzői. Általában a 0,25 és a 1 négyzetméteres quadrátot alkalmazzák a metrikus rendszert használó országokban.

**Egyedenkénti felvételezést** a felső biomassza szint biomassza mennyiségének meghatározásához, ill. a fásszárú élő és holt biomassza mennyiségének meghatározásához használják. Az egyedi felvételezés alkalmazási területe magas költség és idő igénye miatt szinte minden esetben az indirekt észlelési módszerek kialakításához történő adatgyűjtés. A módszernél az egyedet biomassza kategóriánként csoportosítva szárítják és mérlegelik, majd ehhez rendelik a független változóként kiválasztott paramétereket.

A direkt felvételező eljárások közé nem csak destruktív módszerek tartoznak. A vonalas felvételező eljárások bizonyos értelemben a direkt és indirekt módszer között helyezkednek el, mivel a biomassza mennyiség számítás a destruktív eljárásokkal meghatározott speciális sűrűség segítségével történik.

A **vonalas eljárások** három típusa terjedt el:

- egydimenziós vonalas mintavétel,
- sávos eljárás, sávval vagy derékszögű parcellával,
- quadrátokat alkalmazó sávos eljárás.

A vonalas módszer biomassza felvételezésre történő alkalmazhatóságát először a 1940-es években írták le (Canfield 1941). A felvételi vonalat keresztező biomassza darabok mennyiségének mérésére szolgáló eljárást Van Wagner (1968) dolgozta ki, Brown továbbfejlesztette az elméletet, és vonal helyett egy képzeletbeli síkot alkalmazott a biomassza komplex felvételezésére. (Brown 1974)

A sávos eljárást főleg cserjék biomassza mennyiségének meghatározására használják, elsősorban mediterrán bokros társulásokban. (Etienne et Legrand 1994) A sávos felvételezés lehetővé teszi a vertikális és horizontális eloszlás pontosabb mérését, és a biomassza komplex 3 dimenziós modellezését. (Rigolot et Etienne 1996)

### ***6.1.2 Indirekt biomassza észlelési eljárások***

Számos indirekt eljárást alakítottak ki, melyek közös célja az idővel és a költségekkel való takarékoskodás, a nehézkes gyűjtési, darabolási, szárítási és mérlegelési munkafolyamatok kiiktatása.

### **Kalibrált vizuális észlelési technikák**

Ezek a módszerek gyors észlelést tesznek lehetővé, s az időtényező jelentősége főleg a vegetáció tüzek oltásánál kiemelkedő. A számos idetartozó módszer közül a fénykép-sorozat módszer terjedt el. A módszer lényege, hogy először a társulás típusát és a fajt választjuk ki a fényképek közül, majd a borításnak megfelelően megkapjuk a biomassza mennyiségét.

### **Regressziós egyenletek alkalmazása**

A direkt destruktív felvételezési módszerek adatainak kiértékelésével egyes biomassza kategóriákra megfelelő eredményt szolgáltató egyenletek számíthatók. Ezek az egyenletek elsősorban a duff réteg és a cserjék mennyiségének, tömegének számítására használatosak.

A duff réteg tömegét sok szerző vezeti le a réteg vastagságából a duff sűrűség alkalmazásával. (Sneeuw 1973, Finney et. Martin 1993, De Ronde 1993).

Más szerzők a faállomány adatokat tekintik független változónak (termőhelyi index, tőszám, állománymagasság, tőátmérő, stb), és ezek alkalmazásával számítják az duff és az erdei alom mennyiségét. (McCormick 1973, Soares et. al. 2002) Ez utóbbi módszer véleményem szerint különösen jól alkalmazható nagy területű biomassza térkép előállításánál, ha a nagyléptékű biomassza modellek adatait a rendelkezésre álló állományadatokat segítségével pontosítani akarjuk.

A növények biomassza mennyiségének számításához az egyenletek két típusa ismert. Az egyiknél a biomassza mennyiségét egyes növényegyedekre adja meg az egyenlet, az egyed paramétereinek függvényében, a másikonál az egy mintavételi helyen található növénycsoport biomassza mennyiségét kapjuk meg területegységre vonatkozóan. A cserjék biomassza mennyiségének megállapítására vonatkozó szakirodalom igen gazdag, elsősorban a mediterrán országok szakemberei foglalkoznak kiemelten ezzel a kérdéssel. A függvényekhez felhasznált független változók elsősorban:

- a leghosszabb hajtás hossza,
- a korona paramétere (szélesség, magasság) ,
- korona sűrűség,
- törzs-tőátmérő,
- tőhajtások száma.

A cserjék koronájának modellezése a fákhoz hasonlóan számos geometriai alakzattal történik.

### **Biomassza mennyiségének meghatározása távérzékelési és modellezési eljárások segítségével**

A biomassza modellek készítésénél a legnehezebb feladatot az erdőállományok felső biomassza szintjében található biomassza mennyiségének megállapítása jelenti. A koronatüzek modellezé-

séhez nem csak a biomassa mennyiségét kell ismerni a koronaszintben, hanem annak háromdimenziós eloszlását is. Ennek megállapítása korábban jelentős nehézséget jelentett.

A biomassa térképezésnél korábban is használt légifényképek, és műhold képekhez képest jelentős előrelépést jelentett a lézer szkennerek alkalmazása. A LIDAR<sup>21</sup>rendszer segítségével a biomassa komplexek számos paramétere meghatározható.

Az állományok felső biomasszaszint-paramétereinek meghatározására másik lehetőség a faegyedek és az állományok modellezése. Az egyes fák és állományok modellezésére számos szoftver áll rendelkezésre, ezek közül a tengerentúliak előnye, hogy általában rendelkeznek a tűzökológiai panellel, ill. kiegészítő alkalmazással. (ilyen software például az USDA Forest Service által fejlesztett Stand Visualization System)

---

<sup>21</sup> light detection and ranging



## 6.2 Biomassza modellek statikus paramétereinek meghatározásához alkalmazott módszer

A magyarországi biomassza modellek statikus paramétereinek méréséhez ki kellett választanom a hazai (vegetáció, technikai és pénzügyi) viszonyok között alkalmazható felvételezési módszereket és ki kellett dolgoznom egy felvételezési sillabuszt. Ezt a munkát ismerteti ez a fejezet.

### 6.2.1 Quadrátos mintavétel

Ezt a módszert alkalmaztam a duff réteg, a lomb és tűlevél réteg, és a lágyszárú vegetáció felvételezésére. Amennyiben a mintavételi helyen a fásszárú holt biomassza mennyisége alacsony, akkor ennek felvételezése is a quadrátos módszerrel történt. A quadrát mérete 0,1 m<sup>2</sup> (6.1. Ábra) és 0,25 m<sup>2</sup> (6.2. Ábra) között változik. (Lásd 6.1. táblázat)

6.1. Táblázat Felvételező quadrát alkalmazott mérete egyes biomassza típusokban

Biomassza típus	0,1 m <sup>2</sup>	0,25m <sup>2</sup>
Duff (minden esetben)	x	
Lomb és tűlevél réteg (nagyobb mennyiség, homogén eloszlás)	x	
Lomb és tűlevél réteg (kisebb mennyiség, heterogén eloszlás)		x
Élő és holt lágyszárú vegetáció (nagyobb mennyiség, homogén eloszlás)	x	
Élő és holt lágyszárú vegetáció (kisebb mennyiség, heterogén eloszlás)		x
Fásszárú holt biomassza		x



6.1 Ábra Quadrátos mintavétel 0,10 négyzetméteres ráccsal 7-es modellnél



6.2.Ábra Quadrátos mintavétel 0,25 négyzet m<sup>2</sup>-es ráccsal a 6-os modellben a 3/1 számú mintaterületen

Az élő és holt biomassza elemek elkülönítve kerültek begyűjtésre a terepen, de kedvezőtlen időjárási viszonyok között a quadrátos mintavételnél az élő és holt biomassza együtt került begyűjtésre, és szárítás előtt válogattam szét. A minták szétválogatása után azokat 3 napig, illetve 10 napig 70 fokon szárítottam laboratóriumi szárítószekrényekben. A szárítás után tudtam megállapítani a minták száraz tömegét, amelyből az egyes biomassza modellek összeállíthatók.

### 6.2.2 Egydimenziós vonalas eljárás

Nagyobb mennyiségű holt fásszerű biomassza felvételezésére egydimenziós vonalas eljárást alkalmaztam. Az egydimenziós vonalas eljárás tulajdonképpen egy sávos eljárás elenyésző szélességgel. A felvételi vonal egy képzeletbeli függőleges sík, s az e síkot metsző valamennyi holt fásszerű biomassza elem felvételezésre kerül (6.3. Ábra). Természetesen a biomassza darab és a sík valószínű metszete általában ellipszis de a felvételezés szempontjából körként kezeltem. Nem minden egyes biomassza darab átmérőjét mértem, hanem átmérő csoportok kerültek kialakításra.

Ezek az átmérő csoportok megfelelnek a biomassza nedvességtartalom változás szerinti méretkategóriáknak, tehát a légköri nedvességtartalom változást 1,10,100, és 1000 óra alatt követő biomassza elemek csoportosításának. Az 1000 órás biomassza átmérőcsoportba minden egyes átmérő mérésre kerül.



6.3. Ábra Vonalas mintavétel „go-no-go”<sup>22</sup> eszközzel a 7-es modell 4/3 mintaterületén

<sup>22</sup> az eszköz az egyes biomassza átmérő kategóriák elkülönítésére szolgál

Eredményként a mintavételi vonal síkjába eső összes holt fásszárú biomassza területét kapjuk meg. Ebből képezhetjük az egységnyi hosszra eső fásszárú biomassza területét. Ha a tört nevezőjét és számlálóját is bővítjük, tehát a végtelenül keskeny sávot valós sávává alakítjuk, megkaptam az egységnyi területre eső biomassza térfogatát.

$$V = (\pi^2/8L)\Sigma d^2 \quad (1)$$

V = a biomassza térfogat egységnyi területen

d = a biomassza darabok átmérője

L = a felvételi vonal hossza

Ha az (1) eredményét megszorozzuk a fásszárú holt biomassza sűrűségével, megkapjuk a biomassza tömegét egységnyi területre vonatkozóan:

$$W = (S \pi^2/8L)\Sigma d^2 \quad (2)$$

W = a biomassza tömege egységnyi területen

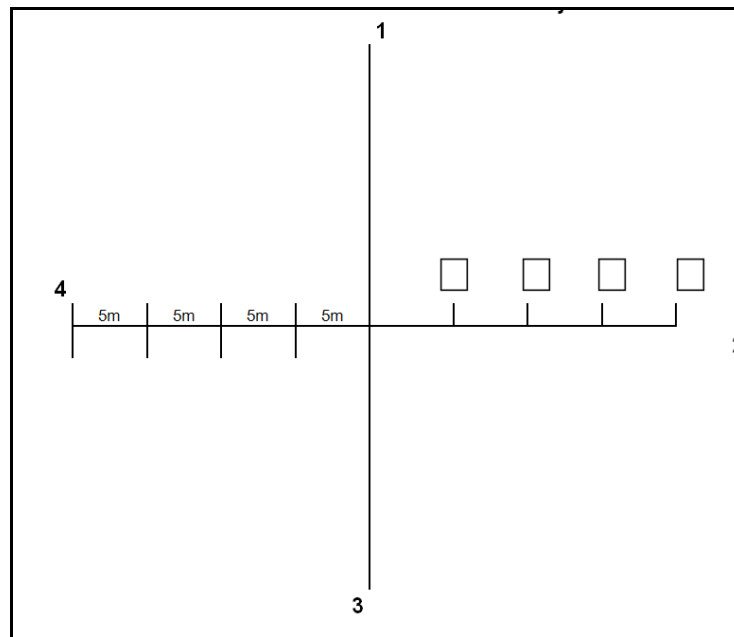
S = a biomassza sűrűsége

Az egyetlen nehézséget az jelentette, hogy a kisebb átmérőcsoportokba tartozó holt biomassza darabok, tehát vékonyabb ágak sűrűsége nem azonos a faanyagtudományban alkalmazott sűrűséggel, sőt az egyes átmérő-kategóriákban is különböző. Elegenden erdei- és feketefenyő állományokban fajspecifikus speciális sűrűség adatot, míg a többi biomassza modellnél a lombos biomasszára egységes speciális sűrűséget használtam.

### **6.2.3 A Quadrátos mintavétel és az egydimenziós vonalas eljárás kombinált alkalmazása**

Az egyes mintavételi pontokon sokszor célszerűnek tűnt mindkét módszer alkalmazása. A vonalas felvételezést az Egyesült Államokban egy szabályos háromszög oldalai mentén végzik, az egyes oldalakat prizmával kitűzve, ezzel kiküszöbölve a terep miatti biomassza rétegződési hibát. A szabályos háromszögek kitűzése sokszor nagyon nehézkes, ezért a Kanadában is alkalmazott kereszt módszert fejlesztetem tovább, kiegészítve az a quadrátos mintavétellel (6.4. Ábra).

A meghatározott koordinátájú pontra felállva, tetszőleges kezdő irányszögtől 90 fokként tűztem ki a felvételi tengelyeket 1-4-ig számozva azokat. Az egyes tengelyek hossza 20 méter, ezeket speciális 5 méterenkénti osztásokkal ellátott kötéllel jelöltem. A biomassza mennyiség és a diverzitás függvényében az 5 méteres töréspontoknál kerültek a quadrátok felvételezésre. Míg a vonalas eljárásnál a kiinduló ponttól távolodva az első szakaszon valamennyi méret- csoport, a másodikon a 2,3,4 méretcsoport, a harmadik szakaszon a 3,4 méretcsoport a 4. szakaszon csak a 4. méretcsoport került felvételezésre. A kialakított kombinált formanyomtatványt a melléklet 2. ábrája mutatja.



**6.4. Ábra** Kombinált mintavétel térbeli rendje

Az egyes modelltípusokra jellemző mintaterületek kiválasztása (7-15 db mintaterület) után a quadrátok pontos helye véletlenszerűen felfektetett raszterhálóra került megállapításra, majd a felvételezési hely GPS készülékkel került bemérésre. A minták minimális számát a matematikai statisztika módszereivel állapítottam meg, a tűzmodellezésénél elvárható szórásértékek figyelembevételével.

Az 1-2 modellek mintaterületei az Aggteleki Nemzeti Park területén és Nógrádkövesden, a 3 modell mintaterületei Nógrádkövesden, Színben, Pilisvörösváron, a 6-7 modelleknél Martonyiban, Piliscsabán, Solymáron, Szalonnán, Tornakápolnán, Tornaszentandrásán, a 8 modell területei Galvácson, Abodon, Sajókápolnán, Pilisszentlászlón, míg a 9. modell mintaterületei Piliscsabán, Pilisvörösváron, Keszthelyen, Solymáron, Márkón, Jakabszálláson, Martonyiban kerültek kijelölésre.

### **6.3 Eredmények, Biomassza modellek statikus paraméterei**

A biomassza modellek a felszíni tűz modellezéséhez szükséges adatokat tartalmazzák, a korona-tűz modellezéshez további korona biomasszát leíró adatsorok összeállítása szükséges. A kialakított fő biomassza modelleket mutatja be a 6.2 táblázat, az egyes modellek statikus adatait a 6.3. táblázat tartalmazza. A fő modellcsoportok további bontása a terepi felvételek és ellenőrző mérések függvényében szükséges lehet, de a túl nagyszámú modell nehezíti a gyakorlati alkalmazhatóságot.

## 6.2. Táblázat Fő biomassza modellek Magyarországon

Típus	Sorszám	Modell	Jellemző vegetáció
Gyep és gyep dominált			
	1	Alacsony gyep	Kisebb biomassza mennyiségű és időszakonként kezelt gyeptársulások
	2	Magas gyep	Nagyobb biomassza mennyiségű gyeptársulások
	3	Faállomány gyeptársulással és más aljnövényzettel	Nyílt fiatalosok, nagy sortávval ültetett fiatalosok
Cserje dominált			
	4	Lombos fiatalosok	Zárt lombos (CS, KTT) fiatalosok
	5	Fenyves fiatalosok	Zárt fenyves fiatalosok
	6	Alacsony cserjés	Állomány magasság 2 m –ig
	7	Magas cserjés	Állomány magasság 2 m felett
Erdei alom dominált			
	8	Lombos alom	Idősebb KTT, CS állományok
	9	Örökzöld alom nagyobb mennyiségben	Idősebb fenyves állományok
	10	Alom aljnövényzettel, gyéritési hulladékkal	Fenyő vagy lombos állományok

## 6.3. Táblázat Magyarországi biomassza modellek statikus adatai

modell	1 h holt t/ha	10h holt t/ha	100h t/ha	élő lágyszárú t/ha	élő fás t/ha	modell típusa	biomassza ágy mélysége (cm)	kialvási nedvességtartalom (%)
1	0.53	0.00	0.00	0,20	0.00	statikus	24	14
2	1.94	0.00	0.00	1.20	0.00	statikus	45	14
3	1.51	0.00	0.00	1.28	3.10	statikus	60	14
4								
5								
6	1.30	1.28	0.50	0.80	4.30	statikus	0.70	35
7	0.95	3.50	0.61	0.3	8.46	statikus	1.65.	30
8	3.52	2.15	1.75	0.50	0	statikus	0.30	25
9	3.81	2.80	2.92	0.00	0.00	statikus	0.25	25
10								

Az 1,2,4 biomassza modelleknél a statikus modelleket dinamikus modellekké kell továbbfejleszteni, mivel az élő lágyszárú biomassza aránya és mennyisége jelentősen befolyásolja a tűzterjedési sebességét, és a kialakítási nedvességtartalmat is. A 6.3. táblázatban szereplő adatok a tavaszi aspektusra vonatkoznak, mivel ebben az időszakban keletkezik ezekben a modellekben a legnagyobb számú tűz.

## 7 Biomassza modellek tűzterjedési viszonyai (tűzterjedési modellezés)

A tűzterjedés modellezésének célja a tűzfront mozgásának előrejelzése, és a várható tűzparaméterek jellemzése adott környezeti feltételek mellett. A tűz terjedési sebességének várható alakulására már a számítógép megjelenése előtt is készültek statisztikai alapú táblázatok és grafikonok, de hamar kiderült, hogy ezek csak szűk körben, hasonló környezeti feltételek között alkalmazhatóak. Ezért már a második világháború után megkezdődtek azok a kutatások, melyek a vegetációtűz terjedés matematikai-fizikai összefüggéseit keresték. Ebben a fejezetben az egyes modellezési elméleteket, módszereket tekintem át, kiválasztva közülük a magyarországi viszonyok között leginkább alkalmazhatót. Természetesen minden kutató szeretne új összefüggéseket feltárni, minél pontosabb függvényt vagy tűzterjedési modellezési módszert kidolgozni. Kutatásaim elején én is kizárólag a modellezésre szerettem volna koncentrálni, de arra a következtetésre jutottam, hogy a magyarországi viszonyok között először az erdőtűz elleni védekezés alapjait kell megteremteni, mert ezek nélkül önmagában, bármilyen kiváló tűzmodell sem lesz alkalmazható a gyakorlatban. Mindamellett a tűzmodellezés rendkívül költségigényes kutatási terület, melyhez laboratórium és egy teljes kutatócsoport szükséges.

Az elmúlt évtizedben olyan semi-empirikus tűzterjedési modellek is kidolgozásra kerültek, melyek megfelelő mérések és vizsgálatok után hazai körülmények között is alkalmazhatóak, ezért saját modell vagy függvény kialakítása helyett, a már meglévő semi-empirikus tűzterjedési modellek alkalmazásával és ellenőrzésével állapítottam meg a kialakított biomassza modellek dinamikus paramétereit.

### 7.1 Szakirodalmi áttekintés

#### 7.1.1 *A nemzetközi gyakorlatban alkalmazott tűzterjedési modellek osztályozása*

A tűzterjedési modelleket három nagy csoportba sorolom:

- „tisztán” empirikus vagy statisztikai,
- semi-empirikus,
- fizikai vagy analitikus modellek.

PITTS (1991) szerint két fő modellezési csoport állítható fel:

- a sztochasztikus modellek (ide tartozik a statisztikai modellezés),
- determinisztikus modellek (ide tartozik a semi-empirikus, és a fizikai modellezés).

Véleményem szerint a 3 főcsoportot alkalmazó osztályozás jobban visszatükrözi a modellezési eljárások és felhasznált adatok közötti különbségeket.

**Az empirikus tűzterjedési modellek** az ellenőrzött tüzek, és a megfelelően dokumentált egyéb vegetációtüzeknél összegyűjtött tűzterjedési adatok feldolgozásán és elemzésén alapulnak. A

terepi körülmények között megfigyelt tűz-karakterisztikai adatokat valamilyen könnyen mérhető változóhoz kapcsolják, melyek a tűz-környezetet megfelelően jellemezik. A módszer lényege a terepi megfigyelések statisztikai adatokkal való összekapcsolása és harmonizálása.

### **Semi empirikus modellek:**

Ezek a modellek az égési folyamat átfogó energetikai szempontú vizsgálatán alapulnak. A laboratóriumi körülmények között vizsgált kísérleti vegetációtűzek segítségével megállapított tűzterjedési függvényeket terepi mérésekkel (ellenőrzött kísérleti tüzek és dokumentált erdőtűzek) pontosítják. Terepi mérések segítségével a függvények egyes változói módosíthatók, az adott terület környezeti viszonyainak megfelelően.

**Fizikai-analitikus modellek:** e modellek elméleti oldalról közelítik a tűzterjedést, az égő anyag és a többi biomassza rész közötti energiatranszfer folyamatokat vizsgálják. Ezek a modellek a tűzfrontot a terjedési irányra merőleges végtelen egyenes vonalnak tekintik, maga tűz, ill. a láng pedig egy állandó hőmérsékletű hőforrás, amely radiációval energiát ad át a környezetében lévő biomassza elemeknek.

A 7.1.-es táblázatban az egyes modellek előnyeit és hátrányait foglaltam össze a magyarországi alkalmazhatóság szempontjából.

### **7.1 Táblázat** Egyes tűzterjedési modellek alkalmazhatósága

<b>Tűzterjedési modell</b>	<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
Empirikus	Egyszerű, helyi viszonyok között jól alkalmazható terjedési függvény kialakítása lehetséges	A modell nem extrapolálható, csak olyan környezeti viszonyok között lehet alkalmazni, ami megfelel a kifejlesztésénél alkalmazott statisztikai adatok környezeti szélsőértékeinek. A magyarországi tűzoltóságoknál rendszeresített tűz adatlap tudományos kiértékeléshez nem megfelelő, a tűzterjedés dinamikus paramétereit nem mérik, sokszor még a meteorológiai adatok sem kerülnek rögzítésre..
Semi-empirikus	Az égési folyamat fizikai összefüggései szakirodalomban részletesen leírtak, ezért saját laborvizsgálatok, részletes mérések <del>temporális kísérleti</del> tüzek adataival a fizikai összefüggések alapján előállított algoritmus paramétereit módosíthatóak;	Minden biomassza típusra megfelelő számú ellenőrzött-kísérleti tüzet igényel.

	térinformatikai megjelenítéshez megfelelő szoftverek állnak rendelkezésre	
Fizikai-analitikus	Matematikailag jól leírható, tisztán elméleti alapokon áll.	Az energia transzfer mérésére alkalmas laboratóriumot és nagyszámú műszert igényel.

### 7.1.2 *Elemi tűzformák*

A tűzterjedés dinamikájának (terjedési sebesség, intenzitás, stb.) számítása mellett a térbeli megjelenítés szempontjából kiemelt fontosságú az elemi tűz feltételezett alakja.

Szakirodalomban alkalmazott elemi-tűzformák:

- (1) egyszerű ellipszis (van Wagner 1969),
- (2) ellipszis pár (Anderson 1983),
- (3) tojás forma (Peet 1967),
- (4) legyező forma (Byram 1959),
- (5) spirál forma (Restás 2006).

Richard (Richards 1993) vizsgálatokkal bizonyította, hogy változó környezeti paraméterek között a 2.,3.,4. tűzformák egyike sem képes megfelelően leírni a tűz alakját. Az 5. formánál a szerző újszerű módon az oltási teljesítményt is kombinálja a tűz alakjával, ami azonban matematikailag egyelőre nincs leírva, és algoritmizálása a sok változó miatt nehézségekbe ütközhet. Az 1. ellipszis forma matematikailag könnyen leírható, jól mutatja a változatlan környezeti feltételek között terjedő tűz térbeli alakját.

### 7.1.3 *Számítógépes tűzterjedési modellek*

A semi-empirikus tűzterjedési modelleken alapuló számítógépes térbeli megjelenítésnek több lehetséges megoldás van, melyek két fő csoportba: a raszteres, és a vektoros módszerekhez sorolhatók.

#### **Raszteres Modellek**

A tűzterjedést leíró raszteres számítógépes modellek:

- 8 szomszédos cella modell (Kourtz-O'Regan, 1971). A modell a raszterháló egyes szomszédos elemi között kalkulálja a tűz áttérjedésének idejét.
- Sztochasztikus átszivárgási modellek (Beer and Enting 1990)
- Fraktál algoritmus (Clarke et al.1994) a tűzterjedés sebességének eltéréseit környezeti mátrix-szal írja le.
- Egyéb raszteres, „szomszédos cella“ elven alapuló modellek.



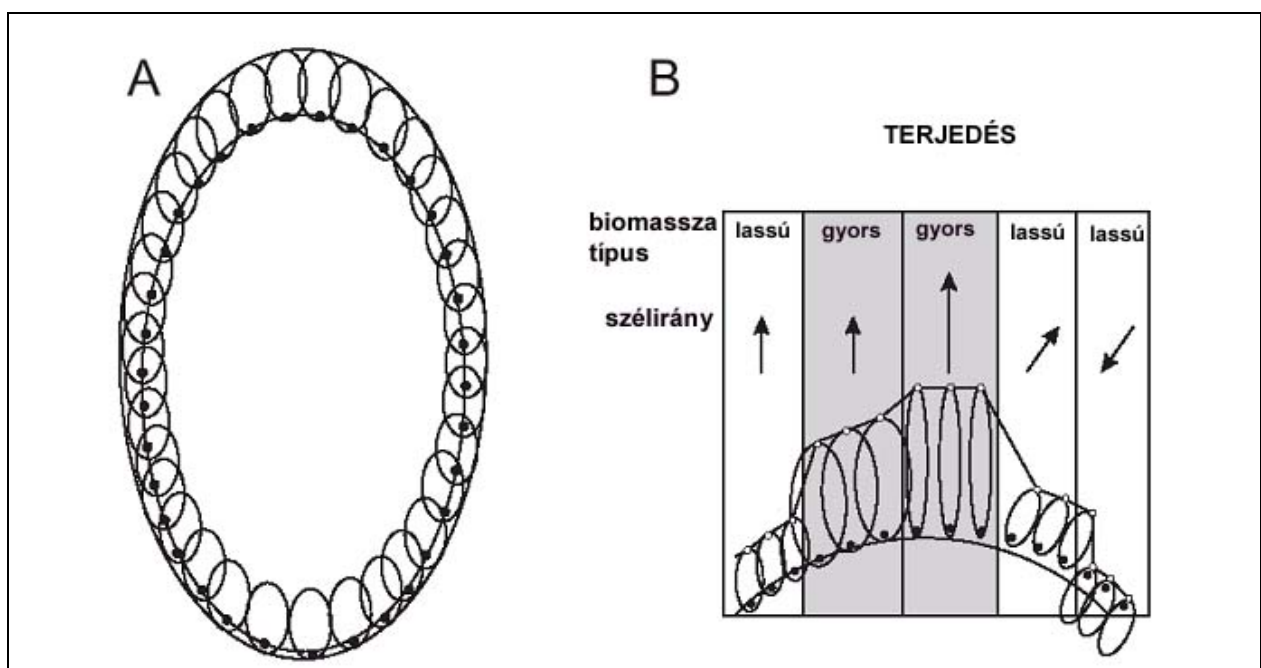
A raszteres-cellás modellek uniform környezeti feltételek esetén megfelelően képesek reprodukálni az ellipszoid alakú elméleti tűzformát. French (French 1992) vizsgálatai szerint heterogén körülmények között égő tüzek kétdimenziós ábrázolására már csak csökkentett mértékben alkalmasak ezek a modellek. A modellek nehezen képesek kezelni a változó irányú, erősségű szelet, és a változó biomassza nedvességet.

### Vektoros modellek

A raszter modellek és a síkidom tűzformák korlátai miatt jobban alkalmazható, a tűz terjedési formáját hullámként jellemző, a modellezésben a vektoros ábrázolást lehetővé tevő módszer. Ezek a modellek a hullámterjedésből ismert Huygens elvet alkalmazzák.

A Huygens elven alapuló tűzterjedési modellt Richards (Richards 1990) dolgozta ki. Az általa kidolgozott egyenlet a síkidom tűzfronton való helyzetének és a maximális terjedési sebesség irányának függvényében megadja a terjedési sebesség ortogonális differenciálhányadosát.

A modell abból indul ki, hogy a tűz kerületének minden pontja egy másik, elemi méretű tűz gyújtáspontját képezi. A tűz feltételezett alakja ellipszis. A tűz kerületének adott térbeli helyzetét adott időpontban az elemi ellipszisekre fektetett érintők határozzák meg (7.1.A Ábra). Az elemi ellipszisek tengelyeinek aránya és nagysága az adott pontban mérhető lejtők, biomassza tulajdonságok, és időjárási viszonyok függvényében változik. (7.1.B. Ábra)



7.1. Ábra Huygens elv alkalmazása tűzterjedési modellezésnél (Finney 1998)

A környezeti körülményekből számított algoritmus az ellipszis tengelyeinek paramétereit adja meg, melyből számíthatók a szükséges koordináták. A környezeti adatokból a frontális tűzterje-

dési sebesség számítható, ebből kell transzformálni a többi irányban a tűzterjedési sebességet az ellipszis tűzalak alkalmazásával, grafikus módszerek segítségével. Az elemi ellipszisekre fektetett érintő mutatja meg a tűz területét  $\Delta t$  idő múlva.

## 7.2 Biomassza modellek tűzterjedési paramétereinek meghatározásához alkalmazott módszerek

A különböző szoftverek közül munkám során az Amerikai Egyesült Államok Erdészeti Szolgálatára által kifejlesztett BEHAVE és FARSITE programokat használtam. Az egyes szoftverek előnyeit és hátrányait a melléklet 6. táblázatában mutatom be.

A két program hasonló elméleti alapon nyugszik. Mindkettő a semi-empirikus modellezést alkalmazza. A BEHAVE-vel a kidolgozott biomassza modellek dinamikus tűzterjedési paramétereinek megjelenítését végeztem, segítségével össze tudtam hasonlítani a Rothermel – Albini tűzterjedési modell által számított értékeket a laboratóriumi és terepi mérések tűzterjedési eredményeivel. A FARSITE a tűz dinamikus tűzterjedési paramétereinek számítása mellett képes azok térbeli valós idejű megjelenítésére is, ezért ezt elsősorban a 8. fejezetben ismertetett döntéstámogatási rendszernél használtam. A tűzterjedés térbeli ábrázolásához a FARSITE a Richards féle modellt alkalmazza. (Richards 1990,1995)

A felszíni tűz terjedési sebességének számítására mindkét program a Rothermel egyenletet alkalmazza. (Rothermel 1972, Albini 1976)

$$R = I_r \zeta (1 + \Phi_w + \Phi_s) / \rho_b \varepsilon Q_{ig}$$

Ahol

- R= terjedési sebesség
- $I_r$ = reakció intenzitás (KW/m<sup>2</sup>)
- $\zeta$ = a tűznél felszabaduló energia azon hányada, ami a biomassza hőmérsékletének gyulladási hőmérsékletig történő emelését szolgálja. /propagating flux ratio/ Elméleti értéke 0-100%, a reális arány kb 1-20%
- $\Phi_w$ = szél koefficiens, egy mértékegység nélküli szorzó tényező, ami a szél befolyásoló hatását fejezi ki. Ha a biomassza relatív felülete vagy a szélesebbég nő nő a szél koefficiens is.
- $\Phi_s$ = lejtő koefficiens szintén egy mértékegység nélküli szorzó tényező, a lejtő terjedési sebességre gyakorolt hatását írja le. A modell a negatív lejtés hatását nem veszi figyelembe!
- $\rho_b$ = A biomassza egységnyi tréfogatra eső tömege /bulk density/. Mértékegysége kg/m<sup>3</sup>.
- $\varepsilon$ = effektív biomassza felhevülési arány /effective heating number/ Ha a nagyobb ágak vagy törzsek égnek felületük és belsejük között jelentős hőmérséklet különbség lehet. Tehát csak a külső felületül éri el a 320 C<sup>0</sup> gyulladási hőmérsékletet. Az effektív biomassza felhevülési arány azt fejezi ki, hogy a biomassza darab mekkora része hevült fel 320 C<sup>0</sup>-ra, amikor a felülete éppen égni kezd. Ez az arány természetesen a biomassza méretétől függ. A kisebb biomassza darabok közvetlenül a felület meggyulladására után teljes keresztmetszetükben elérik a gyulladási hőmérsékletet. A  $\rho_b \varepsilon$  szorzat kifejezi azt a köbméterenkénti biomassza mennyiséget, amit a gyulladási pontra kell hevíteni, s ezáltal számolható az erre fordított energia mennyiség.
- $Q_{ig}$ = Egységnyi tömegű biomassza gyulladáspontra hevítéséhez szükséges energia /heat of preignition/

Koronatűz kifejlődésének vizsgálatára mindkét program a Van Wagener és Alexander által kialakított egyenletrendszerrel használja (Van Wagner 1989, Alexander 1988). A koronatűz terjedési sebességét a Rothermel koronatűz terjedési modellel számítják (Rothermel 1991).

Mint korábban már kifejtettem, a semi-empirikus tűzterjedési modell, és az ezt alkalmazó szoftverek alkalmazásának egyik legnagyobb előnye, hogy megfelelő ellenőrző mérések elvégzése mellett, változatos környezeti viszonyok között is alkalmazhatók. A FARSITE és a BEHAVE is lehetővé teszi egyedi biomassza modellek alkalmazását a modellezéshez. A modell számos dinamikus tűzterjedési paramétert képes megjeleníteni (lánghossz, intenzitás, felszabaduló energia, tűzterjedési sebesség), ezek közül azonban legegyszerűbben a terjedési sebesség mérhető.

A terjedési sebesség meghatározására két módszert használtam: terepasztalit és terepít. A két módszer egymás mellett alkalmazandó, kizárólagosan egyik sem vezet eredményre. (7.2. Táblázat)

### 7.2. Táblázat Terjedési sebesség meghatározására alkalmas módszerek összehasonlítása

Terepi mérések	Terepasztali mérések
Heterogén biomassza viszonyok nehezebben mintázható biomassza paraméterek	Homogén biomassza viszonyok
Minden modellnél alkalmazható	Nem minden biomassza modellnél alkalmazható
Csak megfelelő meteorológiai viszonyok mellett (tavasz) végezhető	Időjárástól független
Megfelelő biztosítást (tűzpászta, tűzoltó eszközök, személyzet) igényel	Kisebb élőmunka igény
	Élő biomassza nem rekonstruálható
Környezeti paraméterek (holt biomassza nedvességtartalom, lejtés, meteorológiai viszonyok) nem befolyásolhatóak	Környezeti paraméterek beállíthatók (szélesség, relatív páratartalom, biomassza nedvességtartalom, lejtés, stb.)
Összetett mérési módszereket és infrastruktúrát igényel	Könnyben elvégezhető mérések

#### 7.2.1 A terepasztal módszer

A módszernél terepasztalon rekonstruált biomassza ágyon végeztem az égetést úgy, hogy a lehető legtöbb környezeti paramétert állandósítottam.

A 3x4 méteres terepasztal lehetőséget biztosít különböző lejtésű terepen a tűzterjedés mérésére, és a tűzfront viselkedésének tanulmányozására. A korábban terepen begyűjtött biomasszát először szárítószekrényben a kívánt holt biomassza nedvességtartalomra szárítottam, majd rekonstruáltam az adott biomassza modell típus térbeli szerkezetét. Ez rendkívül munkaigényes folyamat volt, és nem tudtam megfelelő mennyiségű biomasszát leszárítani, ráadásul a szárítógépek Sopronban, a terepasztal Szendrőn volt. Ezért módszert váltottam, és a begyűjtött mintákat fekete fóliára terítettem, így a minták szárítását a nap végezte. A napi periodika szerinti relatív pára-

tartalom, és 1 órás biomassa nedvességtartalom változást követve lehetett méréseket végezni úgy, hogy a nedvességtartalmat az égetés előtt vett minták segítségével határoztam meg.

A terepasztalon a tűzfront mozgása homogénebb környezetben vizsgálható, mint a terepen, és a méréseket pontosabban lehet elvégezni. Sajnos a nem turbulens légáram képzésére alkalmas szélgép nem készült el, ezért a tűzterjedési paramétereket a 2007. év nyarán csak a lejtés változtatásával tudtam mérni (7.2. Ábra). Ezen túl a terepasztal csak bizonyos biomassa modellek esetén alkalmazható (1,2,3,6,7 modellek), a többi modellnél nem lehetséges a társulás térbeli szerkezetének rekonstrukciója, illetve a többi modellben a terepasztalon nem rekonstruálható élő biomassa jelentős szerepet játszik a tűzterjedésben.



**7.2. Ábra** Terepasztal 9-es biomassa modell minta égetése, és értékelése

A terepasztal alkalmazásánál kezdetben infra hőkamerát és hagyományos digitális kamerát alkalmaztam, de az asztal melegedése miatt a hőkamera nem biztosított megfelelő eredményt.

### **7.2.2 Terepi módszer**

A terjedési sebesség meghatározására terepi körülmények között két lehetőségem volt: egyrészt a már égő vegetációtüzek megfigyelése, másrészt kísérleti területek ellenőrzött égetése.

Az előbbinél egy KESTLER 3500-as kézi időjárás mérővel (szélsebesség, páratartalom, hőmérséklet), és tájolóval állapítottam meg az időjárás paramétereket, a lejtést egy Bitterlich relaszóppal, míg a tűzterjedési sebességet cernás lépésszámlálóval határoztam meg. A módszer meglehetősen körülményes, de igen sok adat nyerhető belőle. Talán a legnehezebb az, hogy lehetőleg mindig a tűzfej átlagos terjedési sebességét kell mérni.

Az ellenőrzött tüzeknél könnyebb a helyzet, előre ki lehet alakítani a mérési pontokat, a mintaterületeket lejtős területen, szűkebb völgyekben is ki lehet választani, ami elősegíti a változatlan szélirányt.

Terjedési-sebesség mérésére számos módszert alkalmaznak világszerte. A nylon zsinórhoz vagy fémszálhoz kapcsolt mérőórák, illetve a hőmérséklet-érzékelőkhöz kapcsolt adatrögzítők túl drága alternatívákat jelentettek.

A terjedési sebesség mérésére három módszert alkalmaztam:

- a) Előre kitűzött vonalak/ponthálóval: A tűzfront várható terjedési irányával párhuzamosan felfektetett koordináta-rendszer első sorban meredek lejtőkön végzett ellenőrzött égetések-nél alkalmaztam, mert ilyenkor a tűz terjedési iránya jól kiszámítható volt. Más esetekben, ha a tűzterjedési vektor nem párhuzamos a vonalakkal jelentős az észlelési hiba.
- b) Tűzfrontot követve, jelölőpóznák kihelyezésével adott időközönként: ez a módszer nagyon olcsó, mégis rendkívül pontos. Hátránya, hogy csak kis intenzitású tüzeknél alkalmazható. Elsősorban a „mások által gyújtott” vegetációtüzek terjedésének tanulmányozására használtam.
- c) digitális videó és infrafelvétel felhasználásával: A megfelelően kiválasztott helyszínen végrehajtott égetéseknél lehetőség volt a tűz szomszédos tereptárgyról történő megfigyelésre. Ezeket a felvételeket megfelelő mérési referenciapontokat felhasználásával, nemcsak a tűzfront terjedési sebességének értékelésére, hanem a tűz szárnyak és tűzhát terjedési sebességének vizsgálatára is alkalmaztam. (Melléklet 3.-4. Ábra)

### 7.3 A vizsgálatok eredményei

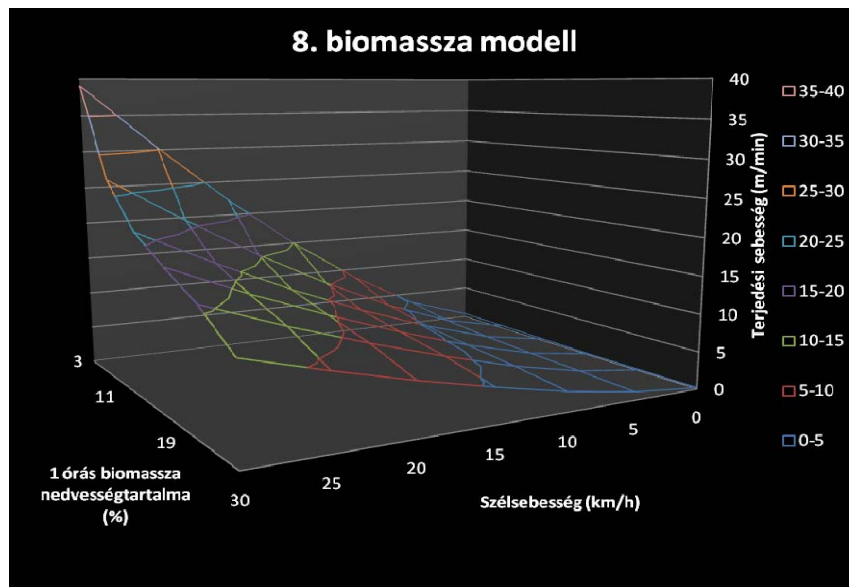
A terjedési sebesség méréseket az 1,2,3,6,7,8,9 biomassza modelleknél végeztem. Az 1-3 és 6 modelleknél terepi (ellenőrzött) égetések és vegetációtüzek megfigyelésének adatait használtam, a 7. modellnél kizárólag vegetációtűz megfigyeléseket végeztem, míg a 8,9 modellnél a terepi módszerek mellett terepasztali égetéseket is végeztem.

Összességében a BEHAVE és a FARSITE a biomassza modellek esetében megfelelő pontosságú, a mért terjedési sebesség és a számított terjedési sebesség, kisebb, mint +/- 20 százalékos eltérést mutat. Ez figyelembe véve a tűzmodellezés célját és alkalmazási területét, valamint azt a tényt, hogy a biomassza térképezés kedvező esetben is maximum 15x15 méteres pixelmérettel készíthető el, és a 10x10 méteres digitális terepmodell is az 50x50 méteres modell interpolációjával készült valamint az időjárási adatok is pontszerű mérés alapján kerülnek extrapolálásra, mindenképpen megfelelő pontosság. Az egyes biomassza modellek jellemzőit a 2. számú melléklet mutatja be.

Az 1,2,3 biomassza modellek esetén a terjedési sebesség a nyári mérések esetén jelentősen eltért a szoftverek által számított értéktől. Ennek oka az, hogy a tavasszal felvett statikus biomassza modellek a nyári aspektusban ezeknél a társulásoknál jelentősen megváltoznak, ezért szükséges dinamikus biomassza modellek elkészítése. A dinamikus biomassza modellek a növény-társulás éves ciklikusságának megfelelően figyelembe veszik az élő/holt biomassza mennyiségének változását. A terjedési sebesség e modellek esetében a nyári méréseknél a számított érték 70 százaléka.

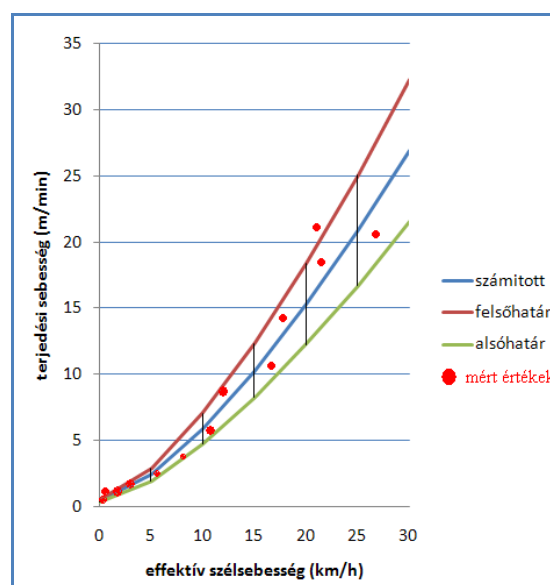
A 7.3. ábra a tűzterjedési sebesség változását mutatja a 8 biomassza modellben, az egy órás biomassza nedvességtartalom és az effektív szélesebbesség változásának függvényében. Sajnos a

3 dimenzió korlátokat szab a grafikus ábrázolásnak, hiszen egyszerűsített terjedési modell esetén is 6 független változóval kell számolnunk, ami egy 7+1 dimenziós teret feltételez, amennyiben lágyszárú és fás szárú elő biomasszákat is tartalmaz a biomassza modell. A 8,9 modell csak holt biomassza elemeket tartalmaz, ezért leírható egy 5+1 dimenziós térben. Tartós szárítással a különböző méret-kategóriába tartozó biomassza elemeket egységes nedvességtartalomra tudtam szárítani, s így 3 független változóval kellett számolnom.



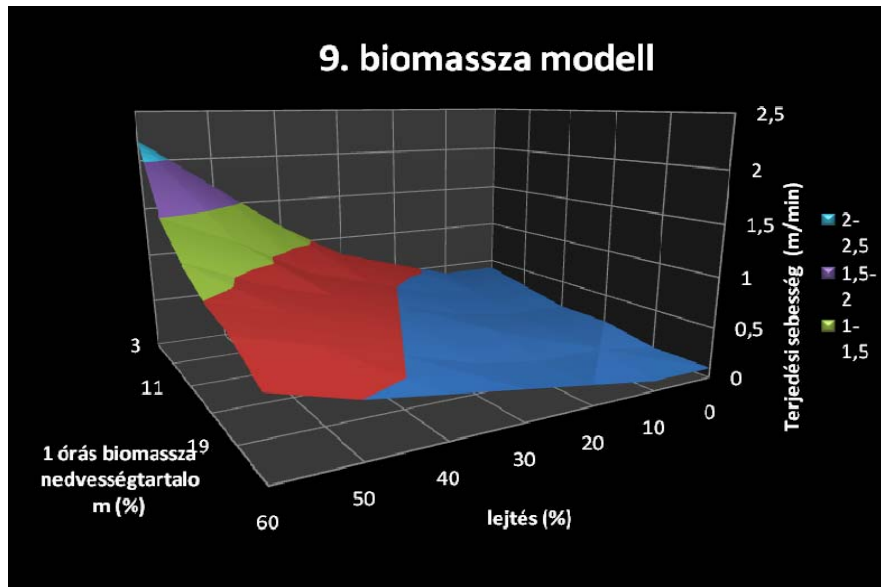
7.3. Ábra Tűzterjedési sebesség változás felülete a 8 biomassza modellben

A 7.4. ábra a 7.3. ábra felületmodell 7 százalékos 1 órás nedvességtartalomnál kivágott síkmet-szete. A 7.4. ábrán a +/- 20 százalékos hibahatár görbék mellett a terepasztali mérések eredményei kerületek ábrázolásra.



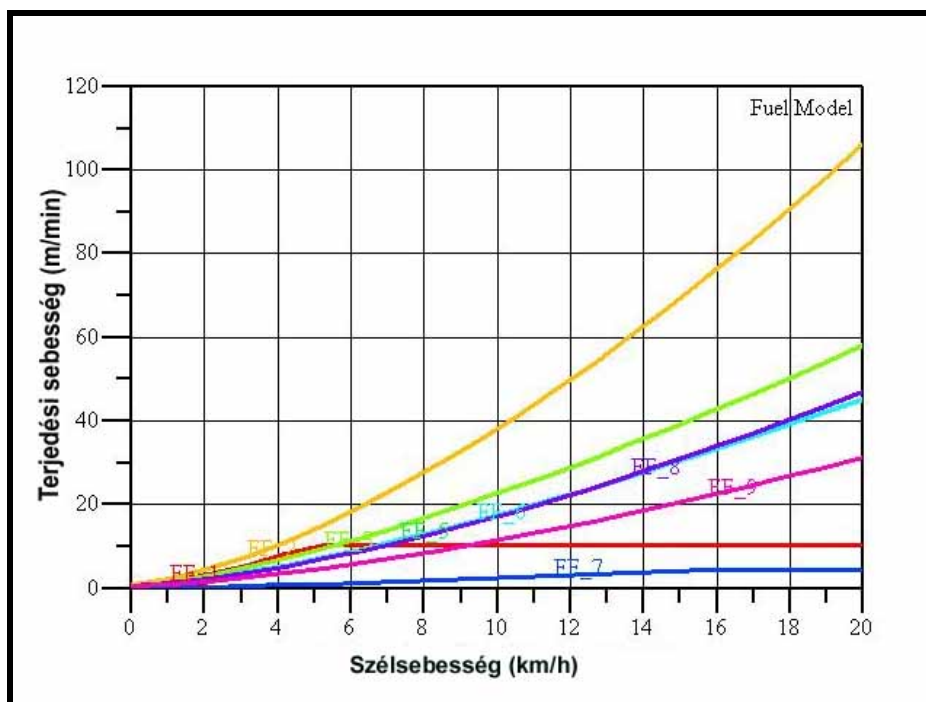
7.4. Ábra Tűzterjedési sebesség változás a 8-as biomassza modellben 7 %-os 1 órás nedvességtartalomnál

A 7.5. ábra a tűzterjedési sebesség változását mutatja a 9-es biomassza modellben az 1 órás biomassza nedvességtartalom és a lejtés függvényében. A 7.3. és a 7.5. ábra összehasonlításából jól látható, hogy a lejtő fok változtatásával csak alacsonyabb terjedési sebesség tartományban vizsgálható a terjedési modell pontossága.



7.5. Ábra Tűzterjedési sebesség változás a 9-es biomassza modellben

A 7.6. Ábra valamennyi biomassza modell dinamikus tűzterjedési paramétereit mutatja nagyon alacsony nedvességtartalom mellett.



7.6. Ábra Terjedési sebesség az egyes biomassza modelleknél nagyon alacsony nedvességtartalom (3,4,5,30,60) mellett.

## 7.4 Következtetések

A biomassza modellek közül a legnagyobb felszíni tűzterjedési sebesség a 2 számú (sárga színű jelölt) magas gyep modellben volt mérhető. Ennél a modellnél a legnagyobb a szél hatása is, ennek az az oka, hogy a könnyű 1 órás biomassza nagyobb mennyiségben egyenletesen helyezkedik el a területen. A második legmagasabb terjedési sebességet magasabb szélesebségnél a 3 biomassza modell (zöld szín) míg alacsonyabb szélesebségnél az 1. biomassza modell (piros) mutatja. Az 1-es modellnél a kis biomassza-ág magasság és sokszor foltos, alacsonyabb mennyiségű biomassza okozza, hogy a terjedési sebesség már közepes szélnél sem nő exponenciálisan, sőt az erős szél a kis lánmagasságot teljesen „ráfekteti” a terepre ezzel csökkenti is a terjedési sebességet.

Meglepő módon hasonló terjedési sebességgel találkoztam a 6 (világoskék) és 8-as (lila) biomassza modellekben az eltérő statikus paraméterek ellenére. Mindenesetre fontos kiemelni, hogy azonos szabadterületi szélesebség mellett a lombos alom felett található állomány szélesebség csökkentő hatása miatt a 8-as modellnél alacsonyabb terjedési sebességgel kell számolnunk, ezt a térbeli modellezésnél feltétlenül figyelembe kell venni. A 7-es modell (kék) alacsony értékeit a statikus paraméterek az élő biomassza nagyobb aránya, a könnyű holt biomassza alacsonyabb mennyisége is indokolják. A 7-es modellben található záródott cserjések felszíne sokszor foltokban teljesen nudum. Ki kell azonban emelnem, hogy ez a biomassza típus, amennyiben koronatűz alakul ki benne, sokkal magasabb terjedési sebességet képes elérni, de a tavaszi aspektusban az alacsony felszíni biomassza mennyiség miatt nem alakul ki benne koronatűz, a nyári aspektusban pedig már túl magasság válik az élő biomassza aránya. A vizsgálatok során ebben a biomassza modellben akkor tudtam koronatűzet kialakítani, amikor nagyobb mennyiségű elszáradt szeder és iszalag volt a mintaterület egy kb. 70 négyzetméteres részén. Ezt követően a kialakult koronatűz előszárító, radiációs hatása miatt jelentős, mintegy 25 m/min-es terjedési sebességet mértem.

Fontos hangsúlyozni, hogy a 7.6. ábra felszíni tűzterjedési sebességeket mutat, a koronabiomassza vizsgálatával sem statikus sem dinamikus vonatkozásban nem foglalkoztam.

A 9-es (magenta) biomassza modell terjedési sebessége alacsonyabb, mint a lombos alom 8-as modellé, amit elsősorban a 9-es modell biomasszájának nagyobb tömötsége okoz. A lazább szerkezetű lombos alomnál jobb az égés oxigénellátottsága, de a 9-es modellnél is jelentősen megnő a terjedési sebesség koronatűz kialakulása esetén.

A 7.6. ábrát értékelve tűz megelőzési szempontból különösen érdemes odafigyelni az erdőtümböbe beékelődő 2-es és 6-os biomassza modellekbe tartozó területekre. Az ilyen területeken keletkező tüzek gyorsan, nagy szélességben képesek meggyújtani az erdőállományokat, ezért az ilyen területeken ellenőrzött égetéssel vagy megfelelő szélességű tűzpászta kialakításával szükséges védekezni. Atűzpászta szélessége főszabályként a vegetáció magasságának másfélszerese, de legalább el kell érnie a tűzfront lánghosszát. Az egyes biomassza modelleknél számított lánghosszakot a melléklet ábrája mutatja.



## **8 Tűzterjedési modellezés gyakorlati alkalmazása a Szendrői Integrált Vegetációtűz Észlelési és Döntéstámogatási Rendszerben**

### **8.1 Kutatási terület ismertetése**

A szendrői tűzoltóság az ország legkisebb tűzoltó-parancsnoksága, de különösen a tavaszi időszakban – Borsod-Abaúj-Zemplén Megye más területeihez hasonlóan – nagyon magas a vegetációtűzek száma. A Szendrői Tűzoltó parancsnoksághoz tartozó közigazgatási terület 55 979 hektár, amelyből 25 724 hektár minősül erdőnek (MGSZH Erdészeti Igazgatóság). A tűzoltó parancsnokság működési körzetéhez tartozik az Aggteleki Nemzeti Park területének kb. 90 % -a is.

A szendrői tűzoltóságon egy szer egy raj személyi állománnyal teljesít ügyeleti szolgálatot. Ez a hagyományos tűzoltási és műszaki mentési feladatok elvégzésére az év nagyobb részében elegendő, szükség esetén az RST (Regionális Segítségnyújtási Terv) alapján más egység is kérhető a megyei ügyeletről.

De nem így van ez a tavaszi hónapokban, amikor több száz vegetációtűz ég egyszerre Borsod – Abaúj-Zemplén megyében, és szükség esetén a megyei ügyelet sem tud sokszor többlet egységet biztosítani. (a tűzoltás jelenlegi rendszerének hatékonyságáról lásd. még 9. fejezet)

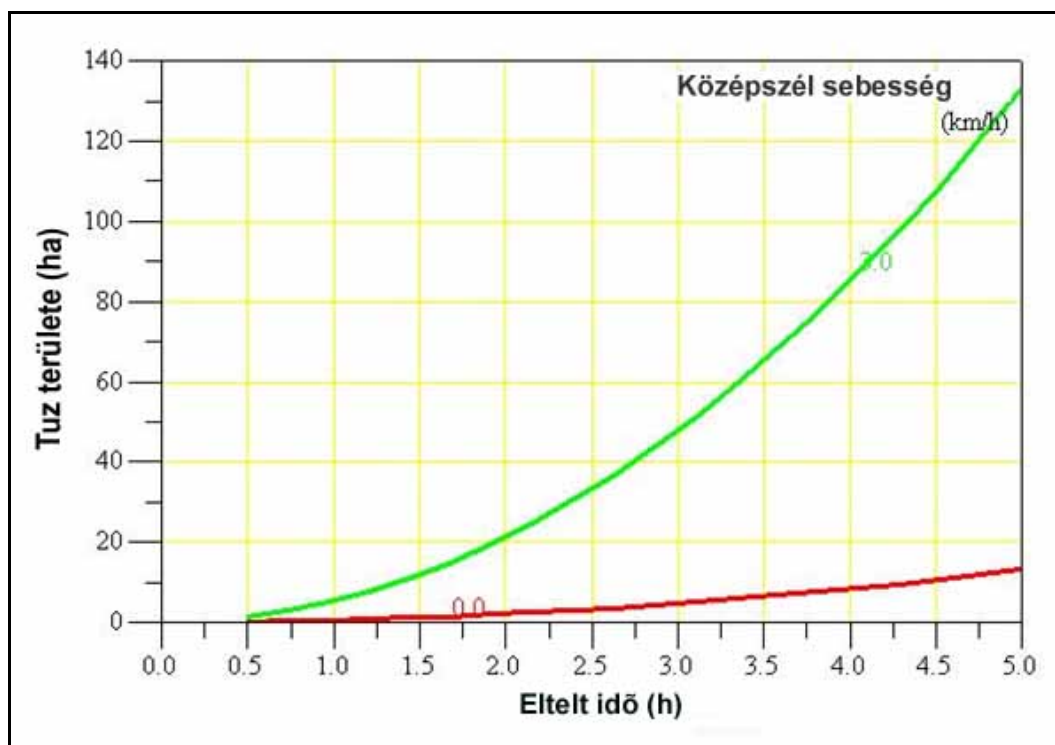
### **8.2 Kamerás tűzdetektáló rendszer**

A korlátozott erőforrások optimalizálása és a hatékony, gyors beavatkozás lehetőségeinek megteremtése ebben a kritikus időszakban kiemelten fontos. A tűzoltóságon ennek érdekében két projekt indult el. Az első projekt a tüzek gyors detektálásának lehetőségét teremtette meg, egy kamerarendszer kifejlesztésével. A kiválasztott magaslati pontokra egy fekete-fehér és egy színes digitális kamera került kihelyezésre. A kamerák által rögzített kép WIFI hálózaton keresztül jut az ügyeleti központba. A fekete fehér nagyfelbontású digitális kamera alkalmas a tüzek automatikus detektálására a Budapesti Műszaki Egyetem Irányítástechnika és Informatika Tanszéke által fejlesztett képelemző algoritmus segítségével, míg a színes kamerát - melynek látószöge változtatható - elsősorban tűz pontosabb megfigyelésére és másodlagosan vagyonvédelmi feladatokra kívántuk alkalmazni. A tesztelés során kiderült, hogy a kockázatos időszakokban a jóval olcsóbb színes kamera is megfelelő, bár kétségtelenül munkaerőigényesebb alternatívát jelent mint a tűzdetektáló szoftver.. Míg a fekete-fehér kamera, és a hozzá kapcsolódó képelemző szoftver automatikusan érzékeli a tüzeket, a színes kameránál a kezelőnek figyelni kell a kamerák képét, és ha tüzet lát, a kamerát mozgatva be kell mérnie annak irányszögét.

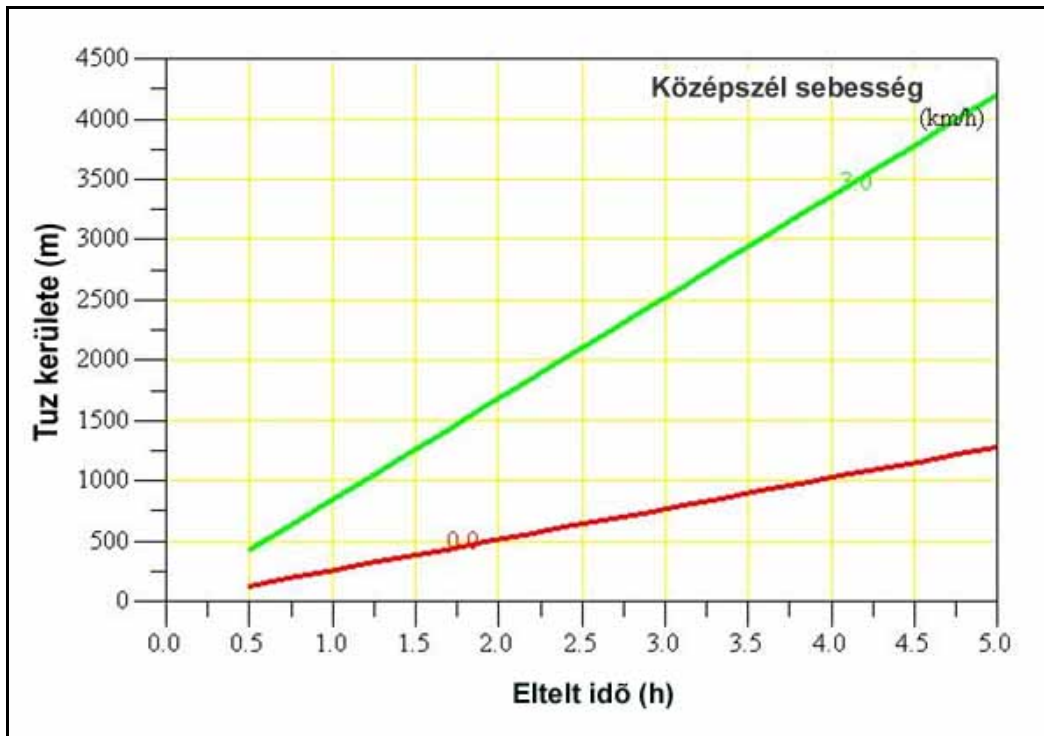
Ez tulajdonképpen a régi tűzfigyelő torony működési elve, annyi különbséggel, hogy a toronyba ülő személyzetet kamerára cseréltük. Álláspontom szerint olyan munkanélküliséggel küzdő ré-

giókban, mint Borsod –Abaúj-Zemplén megye, vagy akár Bács-Kiskun megye a nagyságrendileg olcsóbban felszerelhető színes digitális kamerák vizuális észleléssel, és tűzmodellező rendszerrel kiegészítve is megfelelő megoldást jelenthetnek.

A kamerák segítségével jóval gyorsabban értesült a tűzoltóság a vegetációtüzekről, és a tűz pontos helyét is azonnal tudta. Korábban a vegetációtüzekről az ügyelet elsősorban lakossági bejelentésre vagy az erdészettől, nemzeti parktól szerzett tudomást, de ez természetesen jelentős késést okozott, emellett a lakossági bejelentések sokszor pontatlanok voltak, nem tudták a tűz helyét megjelölni. A bejelentés 10-30 perces késedelmé, az ezt követően a vonuláshoz szükséges idő 10-15 perc, illetve a pontatlan helymeghatározás esetén a tűzhöz vezető út megkeresése jelentősen növelte az eloltandó tűz kiterjedését, így az oltásra fordítandó időt és erőforrás szükségletet is. A 8.1. ábra egy, a területre jellemző 1-es biomassa modellben égő felszíni tűz által érintett terület, míg a 8.2. ábra a tűz kerületének növekedését mutatja közepes biomassa nedvességtartalom esetén, szélcsendes időben (piros görbe) és 3km/h effektív szélesség mellett (zöld görbe).



**8.1. Ábra** Az 1-es biomassa modellben keletkezett tűz területének növekedése



8.2. Ábra Az 1-es biomassza modellben keletkezett tűz kerületének növekedése

### 8.3 Tűzterjedési modell alkalmazása

A gyakorlatban változatos feladatokra igen széles körben alkalmazhatjuk a tűzterjedési szoftveket:

- Nagy kiterjedésű tüzek tűzoltás-taktikai műveleteinek ellenőrzésére,
- ellenőrzött égetések tervezésére,
- megelőzési intézkedések tervezésénél, például tűzpászták vonalvezetésének kiválasztásához, minimális szélességük meghatározásához,
- szakemberek taktikai képzésére,
- füst-menedzsment tervezéshez.

A TÚZTÉR projekt keretében összeállított adatbázis segítségével az alkalmazott FARSITE program természetesen alkalmas a felsorolt feladatokra is, de egy újszerű feladatot is meg kellett oldanom vele: a kamerás detektáló rendszerrel lehetségessé vált a tüzek gyorsabb felderítése, de további nehézséget jelentett, hogy az egyidejűleg égő több tűz közül melyikhez vonuljon először ki a tűzoltó egység. A területről nem rendelkeztek megfelelő térképpel, és az oltási taktika kiválasztásához szükséges információkkal. Ekkor merült fel, hogy a tűzmodellezést egy új területen is alkalmazhatnám, arra a feladatra, hogy melyik tűzhöz vonuljon először a tűzoltóság.

A TÚZTÉR rendszer fő elemei a következők:

- Tűzdetektálás és koordináta meghatározás panel (lásd 8.2. fejezet)
- Tűzmodellező panel
  - finom biomassza térkép

- terepmodell
- meteorológiai adatbázis
- Útvonal tervező panel
  - erdészeti utak
  - utak járhatósága gépjármű típusonként
- Archiváló panel

#### **8.4 Tűzmodellező panel**

A tűzterjedési modellezéshez a FARSITE szoftvert alkalmaztam, mert ez alkalmas a tűzterjedés térbeli megjelenítésére kettő és három dimenzióban egyaránt, mindemellett teljesen kompatibilis a BEHAVE szoftverben kialakított biomassa és terjedési modellekkel.

Ahhoz, hogy a Szendrői tűzoltóság területén keletkező tüzek terjedési tulajdonságait modellezni tudjam, a környezeti tényezőket tartalmazó adatbázist kellett kialakítanom. Bármely döntéstámogatást szolgáló integrált informatikai rendszer felhasználhatóságát a rendszer által felhasznált bemenő adatok minősége, illetve a legrosszabb minőségű adatszegmens – a leggyengébb láncszem - határozza meg. Az erdőtüzek modellezéséhez és az oltási műveletek tervezéshez minél nagyobb felbontású és pontosságú bemenő adatokra van szükség. Az egyszerűbb és gyorsabb hozzáférés a nagyobb hatékonyságú lekérdezés érdekében szükséges a döntéstámogató-modellező szoftver által használt térinformatikai adatokat egységes szempontrendszer szerint rendszerezni, azonos koordinátarendszerbe transzformálni, s a rendelkezésre álló raszterképeket tájékozni.

##### **8.4.1 Biomassa térkép**

A biomassa térképet Thales mobil mapperrel végzett terepi felvételezéssel, meglévő térinformatikai adatbázisok adatainak felhasználásával és műholdkép elemzéssel készítettem.

Felhasználtam a CORINE vegetációtérképezés fedvényeit, az osztályozott erdészeti üzemtervi térképeket és 2001-es fekete-fehér légifényképeket. Ezen kívül beszerzésre került egy 2006. július 28.-án készült LANDSAT 5 TM űrfelvétel, ennek a felbontása 15 méter, amely megfelelő pontosságot jelentett a modellezésnél.

##### **8.4.2 Domborzat**

A tűzterjedési modellezéshez elsősorban nem a tengerszint feletti magasság ismerete a fontos, hanem az egyes terepformák alakja, lejtése, kitettsége. A lejtés és kitettség megállapításához a DDM 10 digitális domborzat modellt alkalmaztam. Ennek alapja az 1 : 50 000-es méretarányú - Gauss-Krüger vetületi rendszerű - 1985-91. évi kiadású katonai topográfiai térkép szintvonalas domborzati eredetije. Az adatállomány EOVS vetületi rendszerű raszter-adatstruktúrában 1 : 100 000-es méretarányú EOVS szelvényekre bontva állt rendelkezésre. A 10\*10 méteres rácssűrűségű, EOVS vetületi rendszerű változatot használtam. A txt. formátumú adatállományból először háromszöghálót generáltam, majd elkészítettem a lejtés és kitettség fedvényeket, végül a model-

lező szoftver számára ezekből a fedvényeket ismét szöveges formátumba exportáltam. A transzformációkat a Digiterra Map V3 szoftver 3D alkalmazásával végeztem.

A digitális domborzat modell és LANDSAT TM műholdkép valamint az elkészített biomassza térkép segítségével több ortofotót is készítettem a tűzoltóság számára.

#### **8.4.3 Meteorológiai Adatbázis**

A FARSITE alkalmazásához részletes időjárási adatok szükségesek. A tűzoltóság egy Vaisala WXT 510 meteorológiai állomást vásárolt, ami - mivel nincsen benne mozgó alkatrész - kiválóan alkalmazható volt a terepi méréseknél is. Az állomást a városban található tűzoltóság épületétől távolabb állítottuk fel, az adatforgalmat rádiós adatátvitel biztosítja. A meteorológiai adatbázisba bekerülnek a nemzeti park időjárási állomásának adatai, valamint a jobb interpoláció érdekében a miskolci, kassai és jósvafői állomások adatai is.

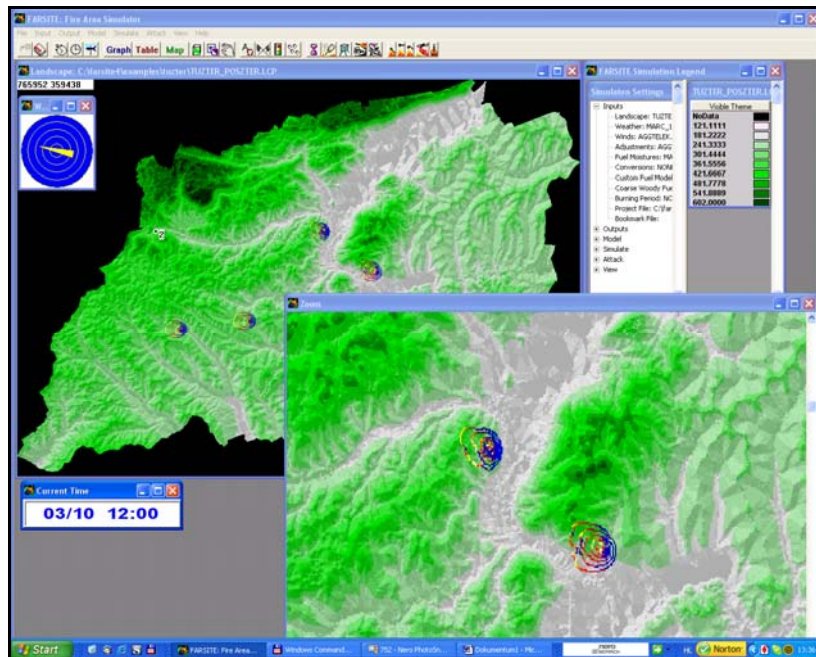
A hőmérséklet és páratartalom adatok interpolációját a FARSITE végzi, a biomassza nedveségtartalom értékek változásának modellezésére a FARSITE 4.0 verziója a Nelson modellt használja (Nelson 2000). A FARSITE 3-as verziója a Rothelmel, Andrews és Bradshaw modelleket használta.

A szélesség adatokból lehetőség van szélvektor fedvény generálására, ami jóval pontosabb, mint a generális szélesség-szélirány vektor alkalmazása. Az USDA Forest Service az elmúlt hónapban rendelkezésemre bocsátott egy olyan szoftvert is, mellyel a terepviszonyok és fedettség függvényében változó szélviszonyok (turbulenciák, szélesség változások) modellezhetőek.

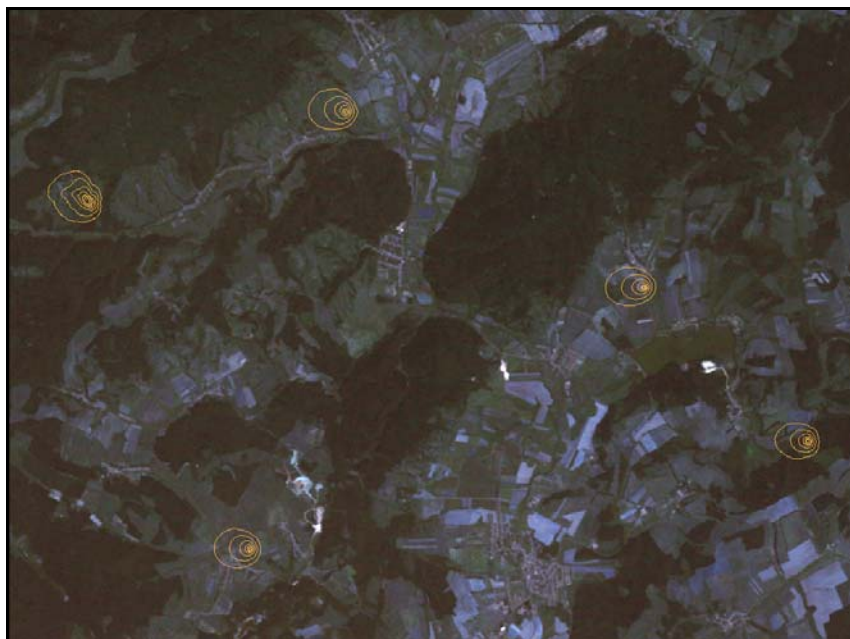
#### **8.4.4 Döntéstámogatási rendszer**

Miután az összes adatot feltöltöttük a FARSITE input fájl adatbázisába, és aktualizáltuk az időjárás fájlt koordináták alapján, kijelölhető a tűz kezdőpontja, vagy a keletkezett tűz kerülete is lehatárolható, ahonnan a tűzterjedést tovább modellezhető.

A 8.3. ábra a szendrői medencében terjedő 4 tűz terjedését mutatja. A tűzterjedési poligonok tetszőleges fájlformátumba exportálható, de lehetőség van különböző háttér fedvényeken történő megjelenítésre is. A 8.4. ábrán a LANDSAT műholdképen ábrázolom a tűzterjedést.



8.3. Ábra FARSITE alkalmazás kétdimenziós modellezés közben



8.4. Ábra Tűzterjedés ábrázolása LANDSAT TMműholdképen

A tűzterjedés modellezése egyrészt lehetőséget biztosít a veszélyeztetett terület leghamarabb elérő tűz kiválasztására, másrészt segít a legkedvezőbb megközelítési út megválasztásában is. A 9.2.7. fejezetben ismertetett tűzoltási vizsgálatok/mérések adatai integrálásra kerültek a FARSITE rendszerbe is, így lehetőség van a szendrői tűzoltó egységek kapacitásának megfelelő oltási műveletek tesztelésére az egyes tüzeknél. Vizsgálható, hogy a direkt vagy indirekt taktika mellett készíthető el a megfelelő hosszúságú védelmi vonal, milyen típusú, és teljesítményű erőgép vagy tűzoltógépjármű alkalmazása szükséges.

### **8.5 Útvonaltervező panel**

Az útvonaltervező panel feladata a korlátozott erőforrások kihasználásának optimalizálása. A projekt során elkészített térinformatikai adatbázis lehetőséget biztosít a tűzhöz vezető optimális útvonal megtervezésében. A kutatási területen felmérésre került valamennyi alsóbbrendű út, mezőgazdasági és erdészeti földutak. Az egyes útszakaszokat osztályoztuk járhatóság szempontjából, gépjármű típus és időjárási viszonyok szerint. A navigációt a Thales mobil mapper végzi Digiterra topo explorer szoftver segítségével.

### **8.6 Archiváló panel**

Az Archiválási rendszer feladata a tűzoltóság területén keletkezett tüzek adatainak digitális formában történő tárolása. A tüzek jellemzőinek archiválása nem tartozik közvetlenül a tűzterjedési modellek kialakításához, mégis elengedhetetlen része egy integrált tűzoltósági informatikai rendszernek. A bekövetkezett káresetek szakmai elemzése különösen eredményes lehet, ha a tüzek térbeli elhelyezkedése, és környezeti paraméterei is kapcsolhatók az elemzést szolgáló lekérdezésekhez. Emellett a tűzterjedési modell későbbi pontosítása, és tesztelése is a tüzek által leginkább érintett területeken indokolt.

## 9 A vegetációtűz-oltás hazai helyzete és fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata

A legjobban szervezett tűzmegeelőzés mellett is biztosan számolhatunk azzal, hogy előfordulnak vegetációtűzek. Az észlelési rendszer kialakítása mellett kiemelt fontosságú a tűzoltás hatékonyságának biztosítása is.

Annál hatékonyabb a beavatkozás, és annál kisebb a keletkezett kár minél hamarabb

- odaér a beavatkozóegység a tűzesethez,
- képes megkezdeni az oltást,
- kontrol alá vonni a tüzet,
- végezni az utómunkálatokkal,

Minden megtakarított óra hatványozottan térül meg, hiszen a tűzzel érintett terület az elliptikus tűz alak és az ugrótűzek következtében exponenciálisan növekszik (9.12.-9.13. ábra).

Ebben a fejezetben a hazánkban a vegetációtűz oltásnál használt felszerelés és az alkalmazott tűzoltási taktika hiányosságait mutatom be és értékelem, mindamelllett megpróbálok szakmailag és ökonómiaailag is elfogadható megoldásokat kidolgozni és ismertetni. Az eddigi fejezetekkel ellentétben - melyek az erdőtűzek jellegéből fakadó interdiszciplináris kutatási terület erdész oldalán helyezkedtek el -, ez a fejezet tűzoltási kérdésekkel foglalkozik, és a tűzoltó szaknyelvet alkalmazza. Az ilyen fogalmakat a fejezet során az általános érthetőség kedvéért külön fogom ismertetni.

### 9.1 Magyarországon erdőtűz oltásnál alkalmazott felszerelés

#### 9.1.1 Tűzoltóság eszközei

##### 9.1.1.1 Erdőtűzes szerek<sup>23</sup>

A 6/2006. (XI. 20.) ÖTM rendelet alapján 24 erdőtűzoltó-szer hely van a tűzoltóságokon. (9.1. ábra) Az, hogy a tűzoltósági nyilvántartás is elkülönít erdőtűzes szert, azt mutatja, hogy a hazai tűzoltó szakemberek is világosan látják, tapasztalják, hogy a vegetációtűzek speciális eszközöket igényelnek. Ennek ellenére van 6 olyan megye, ahol a rendelet alapján nincs és nem is szükséges erdőtűzes szer.

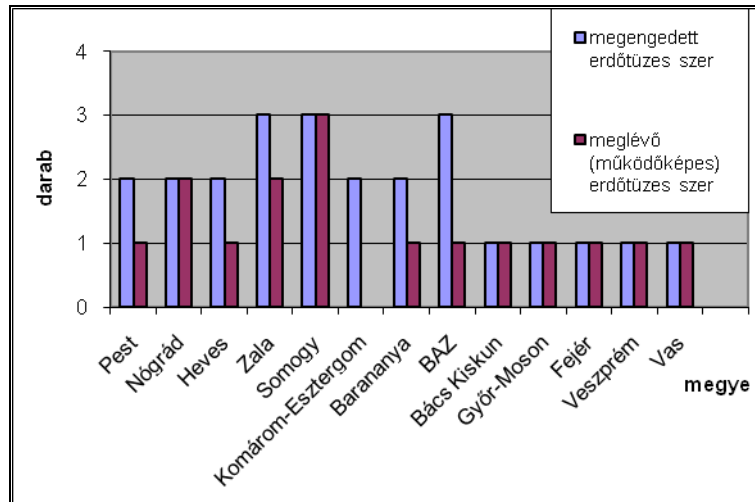
Az erdőtűzes szerek száma első ránézésre is nagyon alacsony (9.2. ábra), ráadásul sok parancsnokság a régi, kiöregedett, hagyományos szerét vagy egyéb gépjárművét tartja rendszerben erdőtűzes szerként: van köztük dobozos UAZ, Lada Niva, Gazella, IFA. (A Magyarországon erdőtűzes szerként állományban tartott szerek típusát és felszereltségét a melléklet 7. táblázatában foglaltam össze).

---

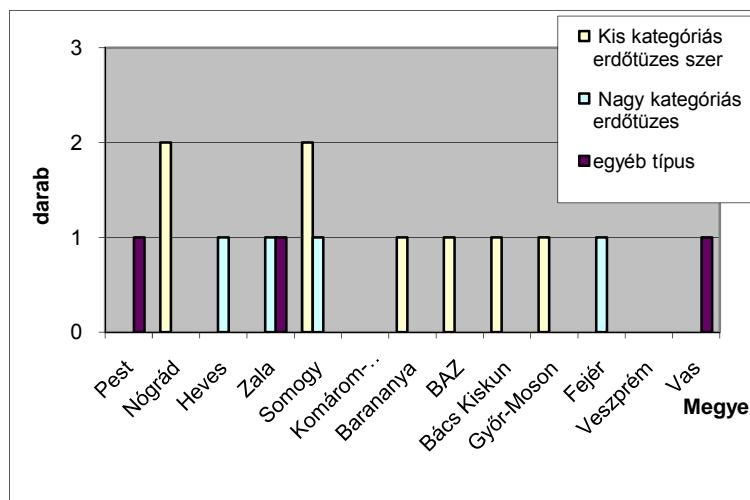
<sup>23</sup> Különböző típusú felszereltséggel (málházattal) rendelkező tűzoltó gépjármű



Az erdőtüzes szerek alacsony száma különösen szembetűnő a szabadterületi tűz adatok elemzése után. A szabadterületi (vegetáció-) tüzek száma Budapest kivételével minden megyében meghaladja a lakástüzek számát, a megyék majdnem felében pedig az összes esetszám 2/3-a vegetációtűz (Heizler 2006).



9.1. Ábra Erdőtüzes szerek száma Magyarországon



9.2. Ábra Erdőtüzes szerek megoszlása kategóriánként

A vegetációtüzekhez az esetek kb. 90 százalékában „hagyományos” közúti-városi használatra tervezett szer vonul először. Az ebből adódó problémákat az egyéb tüzeseteknél csúcstechnikát képviselő Mercedes-Rosenbauer 4000-es tűzoltó gépjármű példáján mutatom be.

Ez a szer öszkerék-hajtású, de a túlnyomóan közúti használat miatt ritkán rendelkezik igazi terepgumikkal. A 4000 liter víz miatt a 16 tonnás teherautó súlypontja magasan van, terepjáró képessége minimális. Kapaszkodóképessége kicsi, már közepes keresztmetszésű utak is leküzdhetetlen akadályt jelentenek számára, homokos terepen hamar elássa magát.

A szer kisebb átmérőjű, de fajlagosan nehéz, gyorsbeavatkozó tömlőn kívül csak C (52mm átmérőjű) sugár szerelésére alkalmas tömlőkkel rendelkezik. Gyorsbeavatkozó tömlőből 25-30

méter van egy dobon, tehát összekapcsolva maximum 60 méter hosszú D (25mm átmérőjű) sugár építhető ki. C tömlőből lehet sugarat építeni, de a C tömlő mozgatása terepen nagyon nehéz. Egy 30 méter hosszú C tömlőszakasz tömege nyomás alatt kb. 250 kg!

Összességében a Mercedes-Rosenbauer 4000-es (de állhatna itt a többi hagyományos tűzoltó gépjármű is) nem alkalmas a vegetációtűzek elleni hatékony küzdelemre, nem is ilyen feladatra tervezték:

- Gumiköpenye, málházata, súlypontja miatt rossz terepjáró-képességgel rendelkezik,
- nem tudja a tűzoltókat, eszközöket a tűz közelébe szállítani,
- ha tud is, csak lassan képes a terepen mozogni, ez idővesztést okoz,
- nem képes biztosítani a gyors vízutánpótlást,
- málházata nem alkalmas hosszabb, könnyen áthelyezhető sugarak szerelésére,
- tetején elhelyezett, drága felépítményei könnyen sérülnek erdei utakon.

#### 9.1.1.2 A közelmúltban megvásárolt erdőtűzoltó szerek alkalmazhatósága és költséghatékonysága

Új erdőtűzes szerek beszerzésének szükségességét az illetékesek is felismerték. A kérdés az, hogy az erdőtűzes szerek beszerzésére szánt korlátozott források mennyire hatékonyan, átgondoltan kerültek-kerülnek felhasználásra, és az egy-két év alatt beszerzett szerek képesek-e már rövid távon is orvosolni a vegetációtűz-oltás területén fennálló eszköz- és felszerelés hiányt.

Sok kevés erdőtűzoltási tapasztalattal rendelkező országhoz hasonlóan, a közvetlen taktika kizárólagos alkalmazhatóságának büvkörében mi is beszereztünk több csúcsmínőségű, de költséghatékonyság szempontjából megkérdőjelezhető eszközt.

A 2006-ban megvásárolt Mercedes Unimog U-500-as gépjárműfecskenők (9.3. Ábra) kb. 350.000 euroba kerültek. Jó terepjáró képességgel rendelkeznek, de csak egy fél raj (3fő) szállítására alkalmasak, pedig a tűzoltásban részvevők gyors helyszínre juttatása különösen fontos feladat lenne. Az Unimognak van olyan típusa, amely egy egész raj (5+1) számára megfelelő helyet biztosít (9.4. Ábra). Ezeket alkalmazni lehetne különösen nagy vegetációtűz esetszám arányú területeken (pl. Bács-Kiskun Megye, Borsod-Abaúj-Zemplén) kettes, de kisebb parancsnokságokon akár egyes szerként is<sup>24</sup>. A beszerzett unimogoknak nemcsak a típusa, de felszerelése sem megfelelő a feladathoz, nem rendelkezik bukócsővel, gallytörő ráccsal, monitorfejjel és TLT lehajtással. A 9.5. Ábra egy valóban erdőtűz oltáshoz málházott Unimogot mutat; természetesen a szárazzó csak opcionálisan felhelyezett segédeszköz, ami azonban számos vegetá-

<sup>24</sup> A tűzoltó parancsnokságoknál több szer (tűzoltó gépjármű) áll rendelkezésre. Egy tüzesethez először az egyes sorszámú szer utána a kettes, szer. vonul ki. Különleges feladat elvégzését igénylő káresethez speciális szer vonulhat pl. erdőtűzes, műszakimentő, hab, gépezetes tololétra.

ciótűznél könnyítheti meg a tűzoltók munkáját. Az Unimog kétségtelenül hatalmas előnye lehetne, hogy elöl és hátul is rendelkezik TLT lehajtással, amely speciális eszközökkel gyors gépi tűzpászta-kialakítást tesz lehetővé. A közepkategóriás vegetációtűzes gépjárművek hatékony felszerelése a távirányítható monitorfej (9.6. Ábra), mely elsősorban a kis intenzitású, de a legnagyobb terjedési sebességű gyeptüzeknél segíti a tűzfront gyors és hatékony oltását.



**9.3.Ábra** A beszerzett U-500 Unimog



**9.4. Ábra** 6 személyes erdőtűzes Unimog

A megvásárolt három darab UNIMOG országon belüli elhelyezése nincs összhangban az erdőtűz-veszélyeztetettségi adatokkal, bár nem vitatható, hogy egy szer beszerzése önrész és egyéb tényezők függvénye is. Minden szer a Dunántúlra: Somogy, Zala és Fejér megyébe került. A keleti régió, ahol a legveszélyeztetettebb megyék is vannak (Borsod-Abaúj-Zemplén, Nógrád, Bács-Kiskun) – egyelőre - nem kapott ilyen speciális szert.



**9.5. Ábra** Erdőtűzes Unimog, elején szárzúzóval



**9.6. Ábra** Távirvezérlésű monitorfej erdőtűzes Unimogon

Egy UNIMOG U-500-as erdőtűzes gépjárműfecskenő beszerzése költsége 88,2 millió forint. A dolgozatban a későbbiekben (9.3.1 fejezetben) azt vizsgálom, hogy a vegetációtűz-oltás szakmai szempontjai és a nemzetközi tapasztalatokat alapján, a költséghatékonyság szemelőtt tartásával milyen eszközök beszerzése lenne megoldható azonos nagyságú forrásból.

### 9.1.1.3 Személyes védőfelszerelés

A hazai tűzoltóságokon általában a Bristol vagy Vektor védőruha, és Drager védősisak van rendszeresítve. (9.7. Ábra) Ezek a maguk kategóriájában a legjobbak, de nem vegetációtűzoltásra tervezték őket. A védőruha nehéz, rosszul szellőzik, akadályozza a szabad mozgást, sötét színe miatt nehezen észrevehető terepen. Az erdőtűzoltásnál a védőruházatnak legalább a felső része a terepi körülmények közötti könnyű felismerhetőséget kell szolgáltatnia.

Mivel a védőruha kényelmetlen és meleg, és ergonómiailag nem egésznapos viselésre tervezték, az állomány gyakran leveszi a kabát részét, ezzel teljesen védtelenné válik nemcsak az égési sérülésekkel, hanem az erdei növényzet mechanikai behatásaival szemben is (9.8. Ábra).

A kényelmes és biztonságos munkavégzés érdekében szükséges minden vegetációtűzoltásban résztvevő tűzoltót könnyű nomex, vagy kevlár védőöltözettel ellátni.



**9.7. Ábra** Tűzoltók gyorsbeavatkozóval, Bristol védőruhában (foto: [www.langlovagok.hu](http://www.langlovagok.hu))



**9.8. Ábra** A „könnyített” védőruha (foto: [www.langlovagok.hu](http://www.langlovagok.hu))

### 9.1.1.4 Kézi eszközök

Ma kézi eszközként szinte kizárólag a hagyományos lapát kerül alkalmazásra, ami nemcsak kevésbé hatékony, de az állomány is gyorsabban elfárad. A 9.4. fejezetben részletesen kifejtett taktikai okok miatt a külföldön alkalmazott láncfűrészek, kismotor-fecskendők hazánkban még nem használatosak erdőtűzoltásnál.

### **9.1.2 Az erdőgazdálkodók eszközei**

Az Evt. és az erdőtüzek elleni védekezésről szóló BM rendelet alapján az erdőtüzek oltása nem csak a tűzoltóság, hanem az erdőgazdálkodó kötelessége is.

Korábban az állami erdőgazdaságok rendelkeztek megfelelő létszámú munkaerővel és munkagépekkel ahhoz, hogy hatékonyan tudják segíteni a tűzoltást. Napjainkban az erdészeti részvénytársaságok elsősorban vállalkozókkal dolgoztatnak, így a velük kötött szerződésen múlik: bevethető-e erdőtűz oltásnál vagy sem. Az új tulajdonosi struktúrában a magán erdőgazdálkodók nagyobb része nem rendelkezik megfelelő bevethető eszközparkkal és munkaerőkapacitással. A nagyobb erdőtüzeknél ezért jellemző probléma a létszám és eszközhiány!

Mindezek ellenére általában még mindig az erdőgazdálkodó az, aki a tűzoltáshoz elengedhetetlen földmunkagépek, traktorok, tárcsák, ekék bevethetőségéről gondoskodik, hiszen ő áll munkakapcsolatban az ilyen típusú eszközök tulajdonosaival.

#### **Kézi eszközök/személyes védőfelszerelés**

Az erdőgazdálkodók is szinte kizárólag a hagyományos lapátot alkalmazzák a tűzoltáshoz, a személyes védőfelszerelés pedig teljesen hiányzik. Kétségtelen, hogy jogi szempontból ennek biztosítása sokszor az alvállalkozó feladata, de nem hagyható figyelmen kívül az a tény, hogy a rosszul felszerelt dolgozó teljesítménye jóval alacsonyabb, ezáltal további értékes hektárok semmisülhetnek meg.

#### **Az erdőgazdálkodók kommunikációs lehetőségeinek hiányosságai**

Az erdőgazdálkodók nem rendelkeznek megfelelő kommunikációs eszközökkel. Legtöbbször mobiltelefonon próbálnak kommunikálni, ami csak a lefedettség és terepviszonyok függvényében alkalmazható, és mindig csak bilaterális kommunikációt tesz lehetővé! Ez egy erdőtűznél nagyon veszélyes! Mindenkinek ismerni kell az alkalmazott taktikát, a tűz aktuális terjedési viszonyait.



**9.9. Ábra** Egy állami erdőgazdaság alvállalkozói „védőruhában” indulnak egy koronatűzhöz

Az erdőtüzoltási felszerelés beszerzését sem az állami, sem a magán-erdőgazdálkodói szektor nem tartja fontosnak és sajnos a korábbi uniós szabályozás megváltozása miatt a terület alapú támogatási rendszerben már uniós részfinanszírozás sem igényelhető az ilyen típusú felszerelések megvásárlásához.

Pedig egy leégett 5 hektáros lombos felújítás vagy 5 hektár erdeifenyves állomány kárértéke nagyságrendileg 3,5 millió forint (újraterelítés, faanyag veszteség, oltási költségek és elmaradt haszon nélkül). A 9.3.2.-es fejezetben bemutatásra kerül, hogy ilyen összegből, a vegetációtűzoltás szakmai szempontjait és a nemzetközi tapasztalatokat figyelembe véve milyen eszközök beszerzése lenne megoldható.

## 9.2 Erdő és vegetációtűz oltáshoz javasolt speciális eszközök

Ebben a fejezetben a véleményem szerint a hazai vegetációtűzek terjedési tulajdonságainak megfelelő, de jelenleg nem alkalmazott tűzoltási felszereléseket mutatom be, illetve azt vizsgálom, hogy az egyes tűztípusokra mely eszközök alkalmazhatóak a legeredményesebben. Az eszközök és felszerelések közös vonása, hogy nehéz terepviszonyok mellett is jól alkalmazhatóak.

### 9.2.1 Vízzel/habbal oltó eszközök

#### 9.2.1.1 Mobil tűzoltó egység: (Slip on unit):

Öszkerékmeghajtású kisteherautóra jól felszerelhető, ill. onnan könnyen eltávolítható eszköz (Melléklet 6. Ábra). A megoldás egyszerűsége, és olcsósága miatt a világ minden részén elterjedt Afrikától Amerikáig, Dél-kelet-Ázsiáig.<sup>25</sup> A tűzoltó egység - ha nincsen rá szükség - könnyen leszerelhető a terepjáróról. A szállított vízmennyiség nem alkalmas a tűzfej megfékezésére nagy mennyiségű biomassza esetén, de a tűz oldalszárnyának oltására már igen. Ezen kívül kiválóan alkalmas ellentűz gyújtásánál nedves vonal képzésére. Hatalmas előnye a nagy mozgékonyság, és az egyszerű kezelhetőség.

Magyarországon az Erdőgazdaságok és a Nemzeti Parkok egyaránt rendelkeznek platós terepjárókkal. Amennyiben a veszélyeztetett területekre egy-egy mobil tűzoltó egységet vásárolunk, ez rövidtávon megfelelő megoldást jelenthet, a kezelő-személyzet megfelelő elméleti és taktikai kiképzése mellett! Az így kialakított egységek jó terepjáró-képességük, és gyors bevetetőségük miatt egyedül kiválóan alkalmasak kisebb méretű vegetációs tüzek megfékezésére. Nagyobb tüzeknél az így felszerelt járműveket összevonva igen hatékony és a változó körülményekhez gyorsan alkalmazkodó egységeket lehet szervezni.

#### 9.2.1.2 Egyéb speciális felszerelések

- *Speciális tömlők:* A vegetáció-tűzek oltásához a hagyományos tűzoltóságnál használt tömlőknél kisebb átmérőjű tömlők (3/4-1 coll) jobban megfelelnek, kicsi tömegük lehetővé teszi a gyors vízszállító-rendszer kiépítést, a takarékosabb vízfelhasználást. A korábbi D tömlők is megfelelnek a célnak, de szükséges az ilyen méretű szerelvények (D tömlő osztó, leszorító stb.) beszerzése is, a terepi sugárszereléshez .

---

<sup>25</sup> AZ ERFARET program keretében az NYME EMK EMKI Géptani Tanszék is készített egy mobil tűzoltó egységet Vízöntő fantázianévvel, mely jelenleg kipróbálás alatt van.

- *Speciális szórófejek:* A vegetációtűz-oltásra kifejlesztett szórófejek könnyűek, általában mind sugár, mind ködképzésre alkalmasak. Lehetséges velük a tűzfronton a változó biomasszához, és lángparaméterekhez igazodó, víztakarékos oltás.
- *Mobil szivattyúk:* a mobil szivattyúk segítségével lehetővé válik a vízz szállító rendszer gyors kiépítése akár a víznyerő helytől több száz méteres távolságra is. Különböző teljesítményűek és kapacitásúak, a kisméretű utánfutótól a háton hordozható változatig.
- *Mobil víztározók:* speciális anyagból fém vázszerkezettel készülő gyorsan szerelhető víztározók, kapacitásuk 0,5-15 m<sup>3</sup>. Segítségükkel kisebb vízz szállító kapacitásnál is lehetővé válik a folyamatos vízellátás, illetve mobil szivattyúkkal kombinálva jelentősen növelhető nehezen járható terepen a vízz szállítási távolság és magasság.

### 9.2.1.3 Habképző eszközök

A habképző eszközök előnye, hogy kis mennyiségű vízzel is nagy mennyiségű oltóanyagot képesek előállítani. Fontos azonban hogy a habképző anyag természetbarát és lebomló legyen!

#### ***Puttony-habképző***

A puttony habképző 19 liter vízzel 1325 liter környezetbarát hab előállítására alkalmas. Kiválóan használható ellentűz vagy kiégetés esetén nehéz terepviszonyok között is nedves-vonal kialakítására. (Melléklet 9. Ábra)

#### ***Mobil habképző***

A mobil habképző 53 liter vízkapacitással 4520 liter hab előállítására képes. A mobil habképzőt eredetileg quadra tervezték, de felhelyezhető platós terepjáróra is. A fecskendő jellegű alkalmazás mellett lehetőség van a több szórófejes habképzésre is. Így egy 1-1,2 méter széles nedvesvonal képezhető, amely kis intenzitású tüzeknél önmagában alkalmas a tűz oltására, nagyobb intenzitásnál az ellentűz, kiégetés alapja lehet. A megfelelő nedvesvonal érdekében az eszköz max. 5 km/h sebességgel mozoghat. (Melléklet 10. Ábra)

### **9.2.2 *Kézi szerszámok:***

Azt általánosságban elmondhatjuk, hogy nincsenek univerzális eszközök, minden biomassza illetve tűz-típusnál más eszköz alkalmazható a leghatékonyabban, mégis viszonylag alacsony költséggel ki lehet alakítani egy olyan eszközparkot, amellyel eredményes munka végezhető. A tűzoltáshoz használt kézi eszközökre jellemző, hogy több művelet is végezhető velük, általában a nagyobb mennyiségű biomassza mozgatása mellett, valamely élezett oldalukon lehetővé teszi a vágást is, ami a megfelelő tűzpászta kialakításához elengedhetetlen. Az egyes eszközöket és magyarországi alkalmazhatóságukat a 9.2.7 fejezet mutatja be.



### **9.2.3 Légi eszközök:**

Magyarországon a légi eszközök használatára vegetációtűz oltáshoz csak a nagyobb tüzeknél van példa. A légi tűzoltó kapacitás fejlesztése igen költséges és a közeljövőben nem várható, bár egy-egy nagyobb erdőtűz után politikusok és néhány szakember is előszeretettel emlegeti, hogy a vízbombázók jelentenék az egyetlen megoldást. A légi eszközök kiválóan alkalmazhatóak a tüzek korai felderítésére, és bizonyos oltási manőverekre is. Hangsúlyozni kell azonban, hogy önmagában a légi tűzoltás hazai viszonyok között nem oldja meg a vegetáció tűz problémákat, és igen költséges.

Forgószárnyas légieszközök közül az un. víztartállyal (bucket-tel) felszerelt MI-8-as helikopterek kerültek többször is alkalmazásra Magyarországon. Ezek nagyon magas üzemóra költséggel rendelkeznek, egyszerre 1000-1500 liter vizet képesek szállítani, de csak jó légköri viszonyok között.

Merev szárnyú légi eszközök közül korábban a lengyel gyártmányú PzI M-18 DROMEDAR mezőgazdasági repülőgépeket használták, de ezek már jórészt kikerültek az országból. A szovjet gyártmányú AN-2 repülőgépeket elsősorban ejtőernyős tűzoltók szállítására alkalmazták és alkalmazzák, de emellett képes 1000 liter vizet szállítani, de a DROMEDAR 2000-3000 literes szállítókapacitásával és jobb manőverző képességével alkalmasabb kisebb tüzek és ugrótüzek oltására, de használható a tűzfej oltására is. Ezeknek a repülőknél elegendő a füves kifutópálya, ami a veszélyeztetett területeken (Bács-Kiskun -, Pest megye) megfelelő számban rendelkezésre állna. Mivel mezőgazdasági munkákra, erdővédelemre is alkalmazható, egy közgazdasági és szakmai szempontból ideálisan szervezett állami erdőgazdálkodás (19+3 részvénytársaság helyett egy darab egységes állami erdővagyon kezelő jogi személy) esetén akár 2-3 gépből álló egység is fenntartható lenne. Ezekkel szükség esetén más európai országoknak is segítséget tudnánk nyújtani. Speciális közepes (CANADAIR CL-215, CL-415), vagy nagy kapacitású (BERIEV 200D, Ilyushin ILTD, Martin Mars, BOEING) tűzoltó repülőgépek magyarországi fenntartása nem gazdaságos és nem is indokolt.

### **9.2.4 Speciális eszközök alkalmazhatóságának vizsgálata**

A magyarországi erdő- és vegetációtűz elleni védekezés egyik alkalmazott kutatási központjában a Szendrői Tűzoltóságon, és a Global Fire Monitoring Centerben több speciális tűzoltási eszköz tesztelését végeztem el.

Az eszközök vizsgálatára kis intenzitású felszíni tüzek (gyep- és avartüzek) közvetlen taktikával történő oltásánál, és közepes intenzitású felszíni tüzek közvetett taktikás oltásánál került sor.

A vizsgálatnál először az eloltott tűzszakasz/időegység módszert alkalmaztam, de az egyes tűzfront eltérő dinamikus paramétereit és a változó szélesség miatt nem kaptam összehasonlítható adatsorokat. Ezután az egység tagjait kértem, hogy egytől három pontig osztályozzák az egyes eszközök alkalmazhatóságát

- hatékonyság
- kényelem
- oltási sebesség szempontjából

az egyes biomassza típusoknál és taktikáknál.

Kézi eszközök közül az alábbiakat vizsgáltam (A vizsgált kézi eszközöket mutatják a melléklet 7-8 ábrái.):

- Tűzoltó lapát: Két oldalán élezett lapát, amely univerzálisan alkalmas a vegetáció eltávolítására, kisebb növényi részek átvágására, kis intenzitású felszíni tüzek közvetlen oltására.
- Tűzoltó gereblye: Erősített gereblye profiljával alkalmas fenyő és lombos állományokban tűzpászták készítésére a biomassza gyors eltávolításra
- Kombinált fejsze: Tűzpásztá felé belógó, vastagabb növényi részek levágására, kompaktabb biomassza megbontására, lejtős területen pászta kialakításra alkalmazható
- Puttonyfecskendők közül egy rugalmas falú- és egy merevtartályos típust vizsgáltam.
- Puttony habképző

A lapát és a gereblye kiválóan alkalmazható volt lombos és tűlevelű állományokban felszíni tüzek oltásához közvetlen taktikával történő oltásához. A biomassza darabok gyors átvágását lehetővé tevő élezés növelte a tűzoltók teljesítményét, és a munkavégzés határfokát. Ugyanebben az állománytípusban közvetett taktikánál a gereblye és a kombinált fejsze bizonyult a leghatékonyabbnak, a gereblyével gyorsan lehetett akár 1-1,5 méter széles tűzpásztát készíteni az avarrétegben, míg a fejsze segítségével a tűzpásztán található vastagabb ágak gyökereinek gyors eltávolítása átvágása történt.

Gyeptüzek közvetlen taktikás oltásánál a lapát hatékonyabbnak bizonyult (9.10. Ábra). Tűzcsepővel és lapáttal felszerelt raj tudta a leghosszabb tűzszakaszt eloltani egységnyi idő alatt.

A gereblye alkalmazása gyepterületeken közvetlen taktikánál ellenjavallt, közvetett taktikánál is rossz határfokkal alkalmazható. Álláspontom szerint gyepterületen közvetett taktika alkalmazása ritkán indokolható, és jelentős igénybevételt jelent a tűzoltóknak. Csak nagy terjedési sebességű, közepes intenzitású tüzeknél javasolt, ekkor is elsősorban nem mechanikus pásztakészítéssel, hanem kiégetéssel kell dolgozni.



**9.10. Ábra** Tüzoltó lapát és –gereblye tesztje gyepterületen, közvetett taktikánál

Meredek, sziklás területen terjedő tüzek elleni védekezés kiváló eszköze a kombinált fejsze, amely elsősorban közvetett taktikával, de puttonyfecskendővel együtt közvetlen oltási taktikánál is kiválóan alkalmazható. A puttonyfecskendővel történő együttes alkalmazása az utómunkálatoknál is a leghatékonyabb munkavégzést tette lehetővé. A fejsze segítségével kifordíthatók az izzó, égő biomassa darabok, melyek lelocsolás és földtakarás után már nem képesek újból visszagyújtani az erdőtüzet.

Ergonómiai szempontból a rugalmas falú puttonyfecskendő típus volt a népszerűbb (9.11. Ábra), mert jobban illeszkedett a hát vonalához, hátránya viszont hogy nehezebb feltölteni, könnyebben kifolyik belőle a víz feltöltés során.



**9.11. Ábra** Szendrői tűzoltók kiegészésnél flexi puttonyfecskendőkkel

A puttony-habképző (melléklet 9. Ábra) kiválóan alkalmasnak bizonyult cserjeszintbe terjedő kisebb tüzek és nagy sebességgel terjedő gyep és alomtűzek közvetlen oltására. Segítségével

gyorsan lehet nedves vonalat kialakítani. Kiegészítőként egy vagy két puttonyfecsikendőt együttesen alkalmazva gyorsan képezhető tűzpászta. Az utómunkálatoknál kéziszerszámokkal, puttonyfecsikendővel együtt alkalmazva a nem kifordítható izzó tuskóknál is hatékony védelmet jelent a tűz újragyulladásával szemben.

Az egyes eszközök alkalmazhatóságát a magyarországi vegetációtüzeknél az alkalmazott taktika függvényében a 9.1.-es táblázatban foglaltam össze.

**9.1. Táblázat** Egyes eszközök alkalmazhatóságát a magyarországi vegetációtüzeknél az alkalmazott taktika függvényében

	<b>Tűzoltó lapát</b>	<b>Tűzoltó gereblye</b>	<b>Kombinált fejsze</b>	<b>Tűzcsepő</b>	<b>Puttonyfecsikendő</b>	<b>Puttonyhabkeverő</b>
Gyeptűz közvetlen taktika	2	1	-	3	3	2
Gyeptűz közvetett taktika	3	1	2	-	2	3
Felsőzíni tűz lombos állományban közvetlen taktika	2	3	-	2	2	2
Felsőzíni tűz lombos állományban közvetett taktika	3	3	1	-	2	3
Felsőzíni tűz sziklás, meredek területen	2	1	3	-	2	-
Felsőzíni tűz cserjés területen, erdőfelújításban	2	2	3	1	3	3
Utómunkálatok	2	1	3	-	3	3

*Alkalmazhatóság 1-3 skálán (gyenge, jó, kiváló), - nem került alkalmazásra*

A táblázatból is látszik, hogy nincsenek univerzálisan alkalmazható kézi-eszközök a vegetációtűzoltásban. Az egyes biomassza típusoknál alkalmazható különböző eszközök hatékonysága nem csak a tűz intenzitásától, hanem a választott taktikától is függ.

### **9.3 Javasolt erdőtűzoltó felszerelés költséghatékonyságának vizsgálata**

Napjaink gazdasági viszonyai mellett kiemelt fontosságú, hogy az alkalmazott kutatás eredményei, javaslatai ökonómiai szempontból is alternatívát jelentsenek a kiindulási állapothoz képest. Ezért ebben a fejezetben megvizsgálom, hogy milyen felszerelést lehetne beszerezni egy UNIMOG (köz)beszerzési árából a tűzoltóságoknak, ill.3-5 hektár leégett erdőterületen keletkezett kár összegéből egy közepes erdőgazdálkodónak.

#### **9.3.1 Javasolt felszerelés tűzoltóságoknak**

Egy UNIMOG U-500-as erdőtűzes gépjárműfecskendő beszerzési költsége 88,2 millió forint. A táblázatok árai kiskereskedelmi bruttó árak 252 HUF/EUR árfolyamon számítva.

##### **9.3.1.1 Kiskategóriás erőtűzes szerek alkalmazásának ökonómiai indokoltsága**

Vegetációtűzeknél világszerte alkalmazzák a kiskategóriás (500-1000 liter vízkapacitású) erdőtűzes szereket, melyek gyorsak, mozgékonyak, jó terepjáró-képességgel rendelkeznek, kiválóan alkalmasak a közvetlen és közvetett taktika megvalósítására, a tűzoltásban résztvevők gyors mozgására.

#### **Gépjármű kiválasztása**

Jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható 8 platós terepjáró műszaki adatait összevetve, két olyan típust választottam ki, melyek erre a célra a legmegfelelőbbek A Land-Rover Defender-t (1350 kg-val a legnagyobb teherbírású és legjobb terepjáró képességű) és a Ford Ranger-t (kategóriájában legolcsóbb és a legnagyobb teherbírású.) A Mitsubishi, Toyota és Mazda platós terepjárók hasznos tömege csak 800 kg, ami kevés a feladat teljesítéséhez. A Land-Rover beszerzési ára viszont 7,3 millió forint, ami jóval meghaladja a Ford Ranger 4,7 milliós árát.

#### **Mobil tűzoltó egység:**

A tűzoltóságnál a terepjárókat esetleg fix beépítésű vízzeloltó egységgel is érdemes lehet felszerelni, de a terepjárók univerzális alkalmazhatósága miatt (műszaki mentés, árvíz) egy robosztusabb, de leszerelhető változatokkal számoltam. Mindkét egység habkeverő fejjel van szerelve, és két tömlődobbal.

#### **Javasolt felszerelés tűzoltóságoknak**

A javasolt felszerelést bruttó kiskereskedelmi árakon számítva, a rendelési tételből származó esetleges kedvezményeket figyelmen kívül hagyva a 9.2. és 9.3. táblázat foglalja össze.

**9.2 Táblázat** Tűzoltóságoknak javasolt kiskategóriás erdőtűzes szer és a kezelőszemélyzet felszerelése (beszerzési árak eFt-ban)

	<b>A változat</b>	<b>B változat</b>
<b>Gépjármű</b>	Ford ranger nyújtott kabin	Land rover, szimpla kabin
Hasznos teher (kg)	1225	1500
Plató méret (mm)	1753×1456	2010×1670
Szállítható személyek száma	4	3
Beszerzési ár	4745	7100
<b>Málházat</b>	WFC 600 mobil egység	WFC 750 mobil egység
Jellemzők	600 literes polietilén tartály, foampro habkeverő rendszer, szimpla kétoldalra forgatható tömlődob motoros visszacsévével	750 literes polietilén tartály, foampro habkeverő rendszer, dupla tömlődob motoros visszacsévével
Szivattyú teljesítmény	1517 kPa, 330 l/perc	2310kPa, 380 l/perc
Beszerzési ár	2900	3600
<b>Kiegészítő felszerelés</b>		
Drip torch 1 db	45	45
Speciális lapát 2db	20	20
Hordozható víztározó (1100 l)	350	350
Puttonyfecskendő 1 db	35	35
Motorfűrész 1 db	120	120
Hűtőláda 1 db	30	30
Egység beszerzési ára (személyes védőfelszerelés nélkül)	<b>7245</b>	<b>10690</b>
Védőfelszerelés (sisak, ruházat)	320	240
<b>Mindösszesen</b>	<b>7565</b>	<b>10930</b>

**9.3. Táblázat** Felszerelés és védőfelszerelés egy kézieszközös rajra (6 fő)

	db	eFt/db	Összesen (eFt)
Nomex védőruházat (nadrág+ felső) sárga színben, fényvisszaverőkkel	6	39	234
Drip torch	1	45	45
Hátizsák	6	15	90
Kulacs (1l)	12	1,5	18
Könnyített sisak arc és tarkóvédővel	6	20	120
Puttonyfecskendő	3	35	105
Speciális lapát	2	12	24
Speciális gereblye	2	14	28
Motorfűrész	1	80	80
Mobil tömlő (D 30 m)	6	30	180
Kismotorfecskendő	1	300	300
<b>Összesen</b>			<b>1224</b>

### 9.3.1.2 Értékelés

Egy Mercedes UNIMOG beszerzési költségéből **10 db „A”** változat szerinti vagy **7 db B változat szerinti vízzelöltő** egység a személyzet védőfelszerelésével együtt, és 10 raj felszereléséhez elegendő védőfelszerelés és kézi eszközök szerezhető be. Szükség esetén a szeren rendszeresített hordozható víztározó és a „kézi” raj kismotorfecskenőjének segítségével további sugarak szerelhetők. Tekintettel arra, hogy a vegetációtűz-veszélyes időszakok jól körülhatárolhatók, málházat cserével a szer akár országúti gyorsbeavatkozóként, vagy parancsnoki gépjárműként is alkalmazható, ez tovább növeli a kiskategóriás erdőtűzoltó szer költséghatékonyágát.

Az UNIMOG 2500 liter vizet képes a helyszínre szállítani, míg az A változat 10 egysége összesen 6000 litert, míg B változat 7 egysége 5250 litert. Fontos körülmény, hogy az UNIMOG a legzordabb terepviszonyok között is képes a nagyobb mennyiségű vizet terepen szállítani, de olyan mély nyomvályúkat hagy hátra, melyen később az erdészet hagyományos terepjárói sem képesek átjutni.

Egy nagyobb erdőtűz esetén nyilvánvaló a 10+10 vagy 7+10 jól felszerelt egység előnye a csúcstechnikát képviselő egy darab UNIMOG-gal szemben. Kisebb vegetációtüzeknél kétségtelen, hogy egy UNIMOG vs. 1 mobil egység összehasonlításban az UNIMOG kerül előnyösebb helyzetbe, de 2 mobil egység már egy kisebb tűznél is sokkal hatékonyabb taktikákat tud alkalmazni.

A vegetációtűz oltásban vitán felül szükség van a közép kategóriás (1000-2500 liter vízkapacitású) nagy terepjáró-képességű gépjárművekre, melyek jól kiegészítik a kiskategóriás (500-1000 liter) szerek alkalmazhatóságát. Abban az esetben, amikor az összes parancsnokság közül körülbelül 8-10 rendelkezik vegetációtűz oltásra alkalmas szerrel, a többiek a városi használatra tervezett nagy értékű szereiket kénytelenek vegetációtűz-oltásra (el)használni, véleményem szerint ökonómiai és stratégiai szempontból is érdekesebb és eredményesebb lenne a kisebb kategóriás erdőtűzes szerek beszerzésével kezdeni a fejlesztést.

### **9.3.2 *Javasolt felszerelés erdőgazdálkodóknak***

5 hektár befejezett tölgyes fiatalos vagy 3 hektár idős EF állomány kárértéke 3.500.000 Ft. A táblázatok árai kiskereskedelmi bruttó árak 252 HUF/EUR árfolyamon számítva.

Minden erdészetnél adott a platós terepjáró, erre helyezhetjük fel a mobil tűzoltó egységet.

**9.4. Táblázat** Erdészeteknek, nemzetiparkoknak javasolt kiskategóriás erdőtüzes szer és a kezelőszemélyzet felszerelése (beszerzési árak eFt-ban)

	A változat	B változat
<b>Málházat</b>	WFC 500 mobil egység	WFC P-400 mobil egység
Jellemzők	500 liter polietilén tartály, szimpla kétoldalra forgatható tömlődob kézi visszacsévé-léssel	400 liter PVC flexibilis tank, 4 ütemű honda pumpa, kézi működtetésű tömlődob
Beszerzési ár	1650	900
<b>Kiegészítő felszerelés</b>		
Drip torch 1 db	45	45
Speciális lapát 2db	20	20
Puttonyfecskeendő 1 db	25	25
Hűtőláda 1 db	30	30
Egység beszerzési ára (személyes védőfelszerelés nélkül)	<b>1860</b>	<b>1110</b>
Védőfelszerelés 3 főre (sisak, pamut ruházat)	90	90
<b>Mindösszesen</b>	<b>1950</b>	<b>1200</b>

**9.5. Táblázat** Kézi felszerelés és védőfelszerelés 10 főre

	db	eFt/db	Összesen eFt
Pamut védőruházat (nadrág+ felső) sárga színben, fényvisszaverőkkel	10	15	150
Drip torch	1	45	45
Hátizsák	10	10	100
Kulacs (1l)	20	1,5	30
Könnyített sisak arc és tarkóvédővel	10	12	120
Puttonyfecskeendő	3	25	75
Speciális lapát	4	12	48
Mcloud gereblye	4	14	56
Motorfűrész	1	120	120
Tisztítófűrész	1	180	180
<b>Összesen</b>			<b>834</b>

Egy közepes felújítás leégése vagy egy kisebb fenyves koronatűznél keletkezett kárral azonos összegből, egy erőgazdálkodó a terület jellegétől és meglévő gépjárműparkjától függően beszerezhet 1 db A típusú vízzeloltó egységet, és mellé felszerelhet 20 embert, vagy 2 db. B típusú vízzel oltó egységet, és 10 embert.



## 9.4 Magyarországon erdőtűzoltásnál alkalmazott taktika vizsgálata

A vegetációtűz-oltásnál alkalmazott eszközök korábban ismertetett hiányosságai mellett nem kerülhetjük meg, hogy jelenleg taktikai problémák is vannak a tüzek oltásánál. Ez már a kisebb tüzek oltásánál is megfigyelhető, de a nagyobb tüzeknél (50ha felett) bontakozik ki a taktika hiányából (és a vezetési struktúra rugalmatlanságából) következő káosz és tehetetlenség a maga teljességében.

Ennek oka egyszerű: sem a tűzoltótiszti-, sem az erdőmérnökképzésnek nem volt része korábban az erdőtüzek elleni védekezés. A hivatalos álláspont szerint időhiány miatt, ez főleg az eset-számok arányának ismeretében különösen furcsa. Pedig a tűzoltási szabályzat erdőtüzek oltásánál lehetséges módszerként nemcsak az ellentüzet, hanem még a robbantásos tűzoltást is javasolja, mégis úgy hiszem, kevesen vannak az országban, akik ilyen műveletek végzésére kiképzést kaptak.

A nem megfelelően kiképzett vezetők általában pszichésen is nehezebben viselik a helyzetet, mint egy sokkal komplikáltabb de jól begyakorolt lakástűzet vagy műszaki mentést.

Alkalmazott taktikáról csak korlátozottan beszélhetünk: Általánosan jellemző, hogy mindig a tűzfront közvetlen támadását próbálják meg a lehető legtöbb sugárral.

Alkalmazott taktika:

- Tűztípustól és környezeti feltételektől függetlenül közvetlen taktika

Korábban is említettem, hogy a taktika és felszerelés kölcsönösen feltételezi egymást, de a növekvő intenzitású vegetációtüzek mellett mindkettő felülvizsgálatára szükség van. A taktika fejlesztése, gyakorlása talán a legolcsóbban megvalósítható lehetőség, mégis mind biztonsági mind hatékonysági szempontból a legfontosabb.

A vízzel-oltásos közvetlen taktika nagyon sok oltóvizet igényel. Ennek utánpótlása igen nagy problémát jelent, így egy kisebb 5-10 hektáros tűznél is 20-30 egység érkezik a helyszínre. Mivel a vegetációtűz tulajdonképpen egy mozgó kárhely, a sugarak szerelés közben sokszor öszszegabalyodnak, állományon belül a C sugarak nehezen helyezhetők át. Több száz méter tömlő égett bent az elmúlt években a rosszul felmért tűzterjedés következtében.

Az is tény, hogy egy fenyves állományban tomboló koronatűzet egyáltalán nem, vagy csak jelentős késedelemmel – kedvezőbbre forduló időjárási viszonyok mellett - lehet közvetlen taktika alkalmazásával eloltani. Már kisebb erősségű szél esetén is ez szinte lehetetlen feladat.

A választott és alkalmazott taktika szorosan összefügg a felszerelés kérdésével is, a kettő kölcsönösen feltételezi egymást. Amíg nem sikerül kilépnünk a közvetlen taktika büvköréből, addig a minél több víz helyszínre-szállítására terepi körülmények között is képes szertípusokat

preferáljuk. A vízutánpótlás mindig nehézkes lesz, hiszen a vegetációtűz ellentétben az objektumtüzekkel, mozog.

#### 9.4.1 Közvetlen taktika korlátainak fizikai/égésselméleti háttere

Mivel sok hazai szakember is gyakran kétségbe vonta, hogy az erdőtüzeknél a más jellegű taktika alkalmazása lenne szükséges, megvizsgáltam a közvetlen taktika alkalmazhatóságának hátterét egy erdeifenyves állományban, melynek paramétereit a 10.6. táblázat foglalja össze.

#### 9.6. Táblázat Minta erdeifenyő állomány paramétereit

Statikus paraméterek	rövidítés	mértékegység	érték	Dinamikus paraméterek	érték
Állomány magasság	H	m	11	1 órás biomassa nedvességtartalom	3%
Korona alap magassága	H <sub>ka</sub>	m	1,8	10 órás biomassa nedvességtartalom	4%
Korona térfogat	V <sub>k</sub>	m <sup>3</sup>	4,59	100 órás biomassa nedvességtartalom	5 %
Korona sűrűség	CBD	kg/m <sup>3</sup>	0,18	Lágyszárú élő biomassa nedvességtartalom	70%
Korona biomassa mennyisége egységnyi területen	W <sub>k</sub>	kg/m <sup>2</sup>	0,92	Fáaszárú élő biomassa nedvességtartalom	70%
Elérhető felszíni biomassa (1 cm átmérőnél kisebb ágak és tűlevélréteg)	W <sub>a</sub>	kg/m <sup>2</sup>	1,5	Középszél sebesség	25 km/h

Feltételezzünk egy pontszerű tűzforrást „ideális” esetben például egy villámcsapást vagy a magyar realitások között egy vagy több szál gyufát.

A tűz szinte azonnal képes áttérjedni a koronaszintbe, hiszen a keletkező felszíni tűz lánghossza 2,1 m terjedési sebessége<sup>26</sup> 0,13 m/s. A keletkező koronatűz terjedési sebessége<sup>27</sup> 0,31 m/s.

Az egységnyi területen felszabaduló hőt az erdei biomassa mennyiségének és a biomassa égéshőjének szorzatából kapjuk. A koronatűznél az aktív tűzfront áthaladása során, csak az 1 cm-nél kisebb átmérőjű biomassa részek égnek el teljesen, az ennél vastagabbak csak részben illetve a tűzfront után. Ezért a modellben csak ezzel a „finom” biomassa résszel számoltam.

<sup>26</sup> (Rothelmel (1972) –Albini (1976) terjedési modell

<sup>27</sup> Rothelmel koronatűz modell (1991) Van Wagner (1977) aktív koronatűz feltételrendszerrel

$$HPA=W_f \times H_e = (W_k+W_a)H = (0,92 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \text{ kg/m}^2) \times 18500 \text{ KJ/kg} = 44770 \text{ KJ/m}^2 \quad (1)$$

*Hé Biomassza égéshője: 18500 KJ/kg*

*W<sub>f</sub>: tűzfront által elégetett biomassza mennyisége (elérhető biomassza)*

*HPA egységnyi területen felszabaduló hő*

Azt, hogy a koronatűznél mennyi hő keletkezik egységnyi idő alatt, a tűzfront egy méter széles (egységnyi) szakaszán, a tűzintenzitás mutatja meg. A tűzintenzitás az a változó, mely legjobban kapcsolható az alkalmazandó taktikához.

$$I = HPA \times R_k = 44770 \times 0,31 = 13878 \text{ KW/m} = \text{KJ/s m} \quad (2)$$

*I: Tűzvonala (Byron) Intenzitás, egy méter széles tűzfronton 1 s alatt felszabaduló energia*

*R<sub>k</sub> aktív korona tűz terjedési sebessége Rothelmel korona tűz modell szerint*

Vegetációtűz vízzel történő oltásánál elsősorban a hűtőhatással, ezen belül a párolgási alhatással, és nagyon korlátozott mértékben – a terepviszonyok és az időjárási tényezők függvényében - a folyótóhatás kizorító alhatásával számolhatunk. A víz ütőhatása egy kiterjedt vegetációtűznél nem tud érvényesülni. A biomassza égésénél a biomassza hő hatására bekövetkező bomlása során keletkező gázok égnek elsősorban.

A hűtőhatásnál tehát annyi vizet kell a tűzhöz jutatnunk, ami főleg párolgáshője, kisebb részben fajhője által képes a tüzet lehűteni.

Ideálisan hideg: 6 C<sup>0</sup>-os hőmérsékletű oltóvíz mellett egy liter oltóvíz elpárolgásával

$$dE = c m dT + m p = m (c dT + m p) = 94 \text{ C}^{\circ} \times 4,187 \text{ KJ/kg C}^{\circ} + 2684 \text{ KJ} = 3077 \text{ KJ/kg} \quad (3)$$

energiát képes környezetéből kivonni.

c: Víz fajhője: 4,187 KJ/kgC<sup>0</sup>

p :Víz párolgáshője: 2684 KJ/kg

dT: hőmérséklet változás

Azaz, ha körülbelül ki akarjuk számítani a szükséges oltóvíz mennyiséget azt a felszabaduló energiából vissza tudjuk számolni.

$$m = \frac{E_{\text{koronatűz}}}{dE_{\text{víz}}} = \frac{47700 \text{ KJ/m}^2}{3077 \text{ KJ/l}} \approx 14 \text{ l/m}^2 \text{ víz} \quad (4)$$

Ez a mennyiség önmagában nem sok, csak hogy ahhoz hogy megfékezzük a tűzfrontot legalább a lánghossznak (nem egyenlő a lángmagassággal!) megfelelő szélességű sávot kell eloltani, mert akkor nem képes visszagyújtani a tűz az állományt.

$$L_k = (I/300)^{1/2} = 6,8 \text{ m} \quad (5)$$

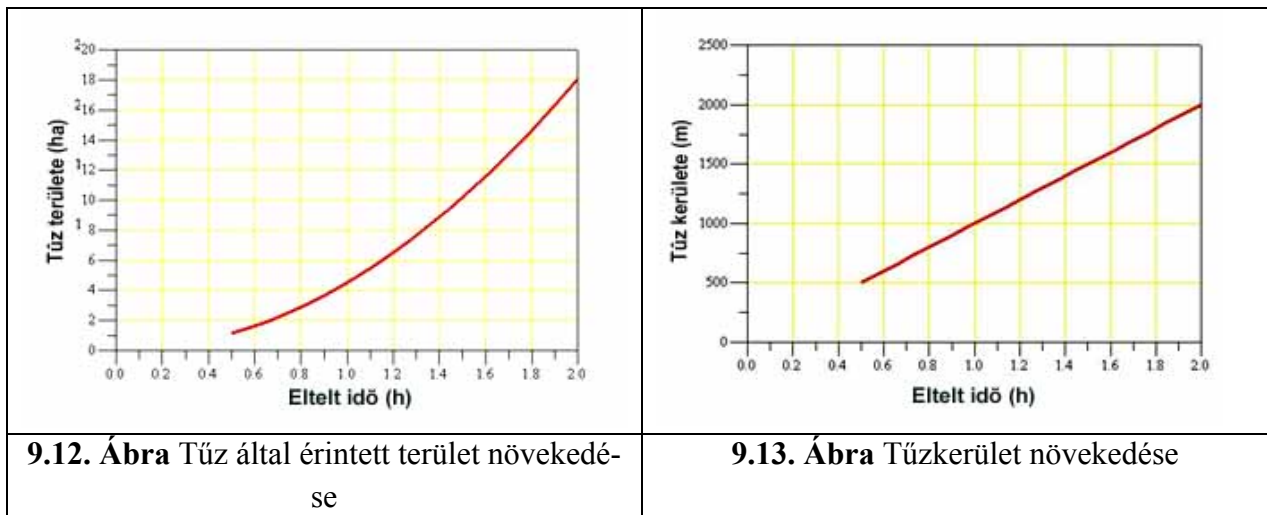
$L_k$ : lánghossz

Tehát egy méter széles tűzfront szakasz esetén

**6,8×14 liter = 95,2 liter** oltóvízre van szükségünk.

Ez csak ideális esetben érvényes, ha nem számolunk azzal, hogy a vizet csak jelentős veszteséggel tudjuk az „égéstérbe” juttatni, a nagy fajlagos felülettel rendelkező koronán át.

Ez az oltóvíz mennyiség még mindig nem tűnik soknak, de a tűz keletkezése után fél órával ebben az állománytípusban a fenti meteorológiai paraméterek mellett már egy 1 hektáros (9.12 ábra) 500 méter kerületű (9.13. ábra) tűzzel találkozunk.



Ennek csak egy töredéke kb. egy tizede a széllel égő, megadott terjedési sebességgel és intenzitással rendelkező tűzfej, ami 50 méteres tűzfej-frontot jelent.

Ennek vízszükséglete már

$$95,2 \text{ liter} \times 50 = 4760 \text{ liter} \quad (6)$$

veszteségek nélkül számolva és figyelmen kívül hagyva azt a tényezőt, hogy nem tudjuk ezt a vízmennyiséget egy időpillanatban kijutatni, így a tűz további területre terjed át a kijutatáshoz szükséges idő alatt.

A 4760 liter csak a tűzfej oltóvíz szükséglete, ekkor még nem számoltam a tűz szárnyak, és a tűzhát oltóvíz szükségletével. Ezek a szakaszok hosszabbak, de itt a tűz terjedési sebessége, intenzitása, és a lánghossz, és ennek következtében az oltóvíz szükséglet is kisebb.

#### **9.4.2 Következtetések**

- A meteorológiai tényezők alapvetően meghatározzák a tűzterjedést és a tűz dinamikus paramétereit, így a lokális időjárási adatok rögzítése és várható változásuk ismerete alapvető a választandó taktika és az oltásban résztvevők biztonsága szempontjából.
- A vegetációtűz oltását közvetlen taktika alkalmazásánál is érdemesebb a tűz hátnál kezdeni, és innen haladni a tűz kerületén egy, de ideális esetben két irányban. Ezzel a taktikával csökkenthető leggyorsabban a tűz kerületének növekedése, és a tűz fej is „oldalról” támadható, jelentősen csökkentve az oltóvíz veszteséget és a beavatkozó állomány füst- és hő terhelését.
- A légi tűzoltás előnye, hogy egy időpillanatban nagyobb területre képes kijutatni az oltóvizet, ezzel megállítva a tűzfront növekedését.
- Közvetlen taktika alkalmazása egy fenyves koronatűznél a tűz keletkezése után fél órával is igen nagy mennyiségű oltóvizet igényel, melyet ritkán sikerül ilyen gyorsan a terepi körülmények között a helyszínre juttatni. Az idő múlásával a szükséges oltóvíz mennyiség exponenciálisan nő.
- A biomassa mennyiségének csökkentése, a felszíni biomassa eltávolítása vagy kiégetése a keletkező hőt, és ezért a szükséges oltóvíz mennyiséget is jelentősen csökkenti. Koronatűznél kedvezőtlen időjárási körülmények esetén a kialakuló tűzterjedési viszonyok következtében nem alkalmazható közvetlen taktika, csak párhuzamos vagy közvetett taktika. A párhuzamos taktikánál a tűzpásztát olyan közel létesítjük a tűzfronthoz, amilyen közel lehet, mégis úgy, hogy elegendő idő legyen a pászta biztonságos kialakításához. A közvetett taktikánál a tűzfronttól nagyobb távolságban lévő tűzpásztaként használható vonalas létesítményekre /erdészeti út, feltáró út, közelítő nyom, stb. / vagy természetes képződményekre /kőfolyás, sziklakibúvás, vízmosás, stb./ alapozzuk a védekezést. Ezeket a vonalakat szükség esetén mesterséges tűzpásztákkal összekötjük, mechanikusan vagy vonalas kiégetések segítségével megtisztítjuk az esetleges biomasszától és kiszélesítjük, illetve ellentűzet is alkalmazhatunk. A kiégetésnél és az ellentűznél folyamatosan figyelni kell az időjárási és tűzterjedési paraméterek esetleges változását. Ez a taktika igényli a legnagyobb óvatosságot és gyakorlatot, megfelelő alkalmazása viszont lehetővé teszi a költséghatékony és biztonságos védekezést nagyobb tüzek esetén is.

## Problémák, hiányosságok

- Horgonypont (kezdőpont) kiválasztásának hiánya: az oltás több szakaszon, sokszor a szárnyakon kezdődik meg, ami nemcsak a beavatkozó egységekre veszélyes biztonsági szempontból, de nem is hatékony
- Tűz szárnyak alulbiztosítottága: ha a tűz fejet oltják, nem gátolják meg a tűzfront szélesedését
- Koronatűz esetén is kizárólag vízzel oltás
- Biztonsági zónák kijelölésének és kialakításának hiánya: új biztonsági zónák szinte sohasem kerülnek kialakításra, de az újonnan érkező beavatkozó egységek is csak a legkritikább esetben kapnak felvilágosítást a biztonsági zónák (rét, vegetációmentes terület, stb.) elhelyezkedéséről
- Menekülő utak kijelölésének hiánya (esetleges kitisztítása): ez szinte mindig elmarad, változó tűzterjedés esetén az egységek ad-hoc módon keresik a kiutat
- Időjárási előrejelzések alkalmazásának hiánya: az időjárási frontok mozgása, időjárási paraméterek változása jelentősen megváltoztatja a tűzterjedési viszonyokat. Sajnos még olyankor sem mérjük sokszor a helyi meteorológiai paramétereket, amikor a helyszínen van az erre alkalmas berendezése.
- Utómunkálatok hiányos elvégzése

### 9.5 Közvetett taktika alkalmazásának jogi vonatkozásai

A közvetett taktika hasznos elemei az ellentűz és a kiégetés alkalmazása, melyekkel szemben Magyarországon gyakran elhangzik, hogy nem kivitelezhető a tulajdonos jóváhagyása nélkül. A hazai erdőtulajdon viszonyok között, egy esetleg szükséges tulajdonosi engedély kétségtelenül nehézkessé/lehetetlenné tenné e módszerek alkalmazását. A valóság inkább az, hogy a kiégetési/ellentűz technikát a tűzoltásvezetők nem ismerik, és ezért – jogosan - félnek azokat alkalmazni, és ehhez különböző indokokat találnak.

A probléma feltárása érdekében jogi szempontból is megvizsgáltam az ellentűz/kiégetés alkalmazhatóságát. A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel szülő 1999. évi LXXIV. törvény definiálja a katasztrófa fogalmát:

*A szükséghelyzet vagy a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetőleg a minősített helyzetek kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet (pl. természeti, biológiai eredetű, tűz okozta), amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeiket, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit és külön-*

*leges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli.*

Egy nagyobb kiterjedésű erdőtűz (50 hektár feletti tűz) kimeríti ezt a meghatározást, hiszen:

- tűz okozta,
- emberek életét, anyagi értékeiket, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet veszélyezteti,
- és rendszerint meghaladja a tűzoltóság védekezési lehetőségeit.

A törvény 24.§. (2) c) pontja írja elő, hogy *természetes személyek és szervezetek kötelesek a védekezést elősegíteni a védekezés céljára alkalmas ingó és ingatlan dolog rendelkezésre bocsátásával, igénybevételének tűrésével.*

Tehát amennyiben a tűz másmódon nem állítható meg, ellentűz gyújtása vagy kiégetés alkalmazása is megengedett.

Tény, hogy a 44. § alapján *a védekezés során a személyes közreműködés, a dolog, illetve szolgáltatás rendelkezésre bocsátása vagy igénybevétele következtében keletkezett és biztosítás alapján meg nem térülő kárért a katasztrófavédelemben bevont, illetve önkéntesen közreműködőt kártalanítani kell, és részére az ezzel összefüggésben felmerült költségeit meg kell téríteni.* De ugyanezen jogszabályhely azt is kimondja, hogy *a kártalanítás és költségtérítés kötelezettsége az államot terheli, amely az üzemeltetőtől, illetve a tulajdonostól megtérítést követelhet.*

Tehát áttételesen az viseli a közvetett védekezés következtében felmerült kárt, akinek az érdekében, vagyonának, erdőterületének megóvásáért az felmerült, de mellőzhető a kártalanítás olyan esetben, ha a kár az ellentűz/kiégetés művelet végrehajtásától függetlenül is bekövetkezett volna. (például a terjedő koronatűzet ellentűz nélkül nem lehet megfékezni).

## **9.6 Irányítási struktúra**

A nagyobb kiterjedésű (50 hektár feletti) vegetációtüzek számos szervezet együttműködését igénylik. A szervezeti struktúra hatékonysága kiemelten fontos tényező az oltás eredményességének és az oltásban résztvevő erők biztonságának szempontjából.

### **9.6.1 Vezetési rendszer**

A taktikához hasonlóan a szervezeti struktúra hatékonysága is kiemelten fontos tényező az oltás eredményességének és az oltásban résztvevő erők biztonságának szempontjából.

A tűzoltás szervezetét a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól szóló 1/2003. (I. 9.) BM rendelet 1. számú melléklete „A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól” (továbbiakban TSZ) határozza meg. A TSZ elsősorban nem erdőtüzekre, hanem objektumtüzekre és egyéb nem nagy kiterjedésű káreseményekre készült, és csak tűzoltó erők irányítását biztosítja.

A nagyobb vegetációtüzeknél a csoportirányítás és a vezetési törzzsel történő irányítás jöhet szóba. Mindkét irányítási struktúra a tűzoltó egységek vezetésére vonatkozik. A tűzoltásnál jelentkező feladatokat funkcionálisan viszonylag jól felosztja, de meglepő módon még a vezetési törzsnél is lehetnek közvetlenül a tűzoltásvezető (TV) alatt operatív feladatokat végző erők, igaz szakaszparancsnok (SZ) közbeiktatásával.

Egy erdőtüznél - más természeti katasztrófákhoz hasonlóan - számos más szervezet erői is részt vesznek az oltási műveletekben, de a jelenlegi TSZ szerinti struktúra nem alkalmas ezen szervezetek integrálására az irányítási rendszerbe. A TSZ szerint „A tűzoltási szervezetbe - a feladatok jellegétől függően - más szervezetek és személyek is bevonhatók”, azoknak a TSZ 31.4 pontja szerint a TV jogosult vezetőik útján utasítást adni. Ez a szabály merevvé és hierarchikusá teszi az oltási szervezetet. Sokszor több irányítási struktúra működik párhuzamosan úgy, hogy csak a legfelsőbb szinten van irányítási kapcsolódási pont (kedvező esetben információs kapcsolódás több szinten is létrejön). Mindamellet a résztvevő erők legtöbbször nem ismerik a másik szervezeti-vezetési rendszerét, így kisebb probléma megoldása sem lehetséges a rendszerben horizontálisan, hanem a vertikális információáramlást és vezetői kapacitásokat feleslegesen terhelve, csak a legfelsőbb szintre telepített irányítási kapcsolaton keresztül.

A több szervezetre kiterjedő oltási szervezet kialakítása esetről esetre változik, ad-hoc módon történik. A különböző szervezetek munkavégzés már nem funkcionálisan tagozódik, az csak TV szintjén kapcsolódik a rendszerhez.



Álláspontom szerint a jelenlegi erdőtűzoltási irányítási rendszerben a következő problémák vannak:

- Nem hatékony a vezetési rendszer.
- Egymással párhuzamos vezetési/szervezési struktúrák alakulnak ki.
- A problémák horizontális kezelése nehézkes.
- Nem kompatibilis kommunikációs rendszer, a szervezetek közötti kommunikáció legtöbbször csak bilaterális, és csak TV szinten kapcsolódik.
- Hiányos az információáramlás, a tüzesetre vonatkozó információk jelentős késéssel, át-tételesen jutnak az oltásban résztvevőkhöz.
- Nincs közös tervezési egység, a tűzoltási manőverek az időjárási előrejelzések és állományviszonyok részletes elemzése nélkül ad-hoc módon kerülnek meghatározásra.
- Nincs egységes terminológia, az egyes szervezetek struktúrája, terminológiája a többiek számára nehezen érthető.
- Az egyes pozíciókat betöltő személyek más szervezetek tagjai számára nem ismerhetők meg azonnal, nem viselnek beosztásukra utaló könnyen felismerhető jelzést.

### **9.6.2 Az Eset parancsnoki rendszer (ICS)**

A vezetési struktúrával kapcsolatos problémák más országokban (szövetségi államszervezetnél fokozottan) is jelentkeztek, először éppen a nagykiterjedésű erdőtűzek oltásánál. Innen indult ki a nemzetközileg is egyre szélesebb körben használt Incident Command System (ICS).

Az ISC a 1970-es években Kaliforniában került kialakításra, ahol az erdő- és vegetációtűzek sokszor érintettek lakott területeket (wildland –urban interface), és az ilyen típusú tüzek megfékezése a városi-, erdészeti- és nemzeti park tűzoltó egységek és számos más szervezetnek az együttműködését igényelte.

Az ISC legfontosabb jellemzője, hogy un. többszervezetes (multy-agency), többfunkciós (multy functional) rendszer, amely valamennyi szervezet, káresetnek megfelelő felépítettségű mégis egységes funkciók szerint csoportosított vezetését lehetővé teszi.

**Az ISC képzés minden szervezetnél egységes, elkülönül a szakmai speciális tananyagoktól.**

Az ISC egyes vezető pozícióit bármely szervezet adott képesítéssel rendelkező munkatársa betöltheti. Az ISC rendszer a káreset függvényében tetszőlegesen bővíthető, az incident commander döntése szerint tölthetők be az egyes funkciók. Most csak áttekintésszerűen mutatom be a rendszert, a részletes ismertetés csak önálló publikáció keretében lehetséges.

Az ICS-nek fő elemei a következők:

Káreset parancsnok (Incident commander) és az irányító törzs (Command Staff)

1. A tervezési szekció
2. Operációs szekció
3. Logisztikai szekció
4. Adminisztráció/finanszírozási szekció

Az ICS-t ma már nemcsak az Egyesült Államokban használják széleskörűen katasztrófák elleni védekezésnél, hanem alkalmazzák Kanadában, Ausztráliában, Új-Zélandon de használják Dél Amerika több országában és Dél-Afrikában is. Több nemzetközi erdőtűzoltási akciónál is alkalmazásra került, és az itt szerzett tapasztalatok alapján javasolta a 2003-as Sydney-i III. Nemzetközi Erdőtűzoltási konferencia az ISC nemzetközi standardként történő bevezetését.

Az ICS önmagában nem újdonság, számos ország tűzoltási vagy katonai vezetési rendszerében sokszor ugyanilyen struktúrát találunk, hasonló elemekkel, kis eltéréssel. Ezek a kis eltérések jelentős nehézséget okoznak egy erdőtűzoltásánál. Egy nemzetközi műveletnél felbecsülhetetlen könnyebbség, ha mindenki egy ábra alapján azonnal átlátja a vezetési-irányítási rendszert, mert ismeri annak felépítését, az egyes feladatok-felelőségek tagozódását.

Ehhez nagyon hasonló eset, amikor egy hazai tűznél több szervezet erőforrásait kell alkalmazni. Az ISC szerintem legfontosabb újítása, hogy mindenki ismeri a vezetési struktúra elemeit, szervezeti hovatartozástól függetlenül, és ugyanaz az irányítási rendszer kiterjed mindenkire, nincsenek párhuzamos struktúrák, nincs információhiány.

### ***9.6.3 Speciális többszervezetes vezetési csoportok (interagency command teams)***

A nagykiterjedésű erdőtűzek a több szervezetre kiterjedő integrált vezetési rendszer mellett, olyan speciális vezetői és szakmai ismereteket (mint például légi-tűzoltás irányítása, tűzmodellezés, tűz-meteorológia, térképészet, ellentűz és kiegészítő műveletek tervezése, speciális taktikák alkalmazása) és összeszokott, folyamatosan gyakorlatozó vezetői-csoportot igénylenek, melyet véleményem szerint érdemes központilag szervezni. Ki kell dolgozni azokat a mutatókat (erdőtűz típusa, kiterjedése, alkalmazandó erők jellege, száma) melyekkel meghatározhatók azok az esetek, amikor a speciális csoport bevetése indokolt. A vezetési csoport az érintett szervezetek egymást ismerő, összeszokott szakembereiből áll.

Erdőtűzek vonatkozásában Magyarországon különösen indokolt egy ilyen egység létrehozása, hiszen sok helyen -szerencsére- csak ritkán - fordulnak elő nagykiterjedésű vegetációtűzek. Ez azt is jelenti, hogy az ottani szakemberek lehet, hogy először és utoljára találkoznak ilyen típusú és kiterjedésű tűzzel, ennek megfelelően a legnagyobb szakmai hozzáértés és jó szándék mellett sincs tapasztalatuk. A sok hektár erdőt és több tízmillió forintot jelentő tanulópénzt, pedig jó lenne minél kevesebbszer megfizetni a természetnek.

## 10 Eredmények (tézisek)

1. Rendszereztem a magyarországi vegetációtüzeket a biomassza/állománytípus és a tűz keletkezési időszaka alapján. Megállapítottam az egyes tüzek típusát, terjedési sebesség és intenzitás nagyságrendjét, az okozott kár mértékét. Értékeltem az elmúlt évtizedek vegetációtűz adatait, feltártam a korábbi adatgyűjtési rendszer hiányosságait, munkatársaimmal kidolgoztam az új adatgyűjtési rendszer felépítését és adatstruktúráját a nemzetközi/uniós elvárásoknak megfelelően.
2. Elemeztem a hazai vegetációtüzek keletkezési okait. Megállapítottam, hogy a hazai tüzek mintegy 99%-a emberi okból keletkezik, túlnyomó részt gondatlanságból. Rendszereztem a vegetációtűzre ható kockázati forrásokat, elkülönítve a statikus és dinamikus jellegű kockázatotokat. Jogi szempontból értékeltem és csoportosítottam a jellemző tűz okokat, feltártam a lehetséges indítékokat, motivációt. Megállapítottam, hogy az emberi okból keletkezett tüzek magas aránya miatt Magyarországon fokozott hangsúly kell helyezni a tűz megelőzésre, ezen belül különösen a tájékoztatási-felvilágosító kampányokra.
3. Megállapítottam, hogy a prognosztizált időjárási felmelegedés csak közvetetten befolyásolja a tüzesetek számát; a tűzveszélyes időszakok meghosszabbodásán keresztül. A melegebb-szárazabb időjárási viszonyok elsősorban a tűz intenzitás jelentős növekedését okozzák, ami koronátüzek gyakoribb kialakulását eredményezi, és növeli a tüzek átlagos kiterjedését.
4. A megváltozott tulajdonviszonyok, uniós jogforrások és nemzetközi szakmai gyakorlatnak megfelelően újrakodifikáltam az erdőtüzekre vonatkozó hazai joganyagot, melynek keretében kialakítottam az erdőtűzvédelmi tervek rendszerét és tartalmi követelményeit.
5. Elemeztem az erdőtüzek megelőzésének módszereit. Vizsgáltam az egyes módszerek hazai alkalmazási lehetőségeit (detektálás, kommunikáció, oktatás, erdőművelési módszerek). Egyes magyarországi állománytípusokra konkrét erdőművelési-fahasználati javaslatokat dolgoztam ki, melyek alkalmazásával mérsékelhető a statikus tűzkockázat. Munkatársaimmal vegetációtűz megelőzési kommunikációs stratégiát készítettem, majd kidolgoztam a vegetációtűz megelőzés és oltás képzési anyagait.
6. Rendszereztem a biomassza felvételezésnél külföldön alkalmazott módszereket és kidolgoztam egy hazai állományviszonyok között használható biomassza felvételezési útmutatót. Kialakítottam a magyarországi fő biomassza modellek rendszerét, és elvégeztem egyes modellek statikus, valamint több modell dinamikus paramétereinek mérését.
7. Áttekintettem a tűzterjedési modelleket és software alkalmazásokat. Új alkalmazási területét dolgoztam ki a kiválasztott tűzeterjedési szoftvernek, amely a szendrői döntéstá-

mogatási rendszer keretében nem csak egyes tüzek terjedésének modellezésére, hanem a legnagyobb kockázatot jelentő tűz kiválasztására is alkalmas.

8. Vizsgáltam a vegetációtüzek oltásának szervezeti, technikai, taktikai és vezetési kérdéseit.
9. Megállapítottam, hogy a tűzoltóságok és erdőgazdálkodók felszerelése nem megfelelő, és az elmúlt években beszerzett speciális felszerelés sem felel meg a szakmai és költség-hatékonysági elvárásoknak.
10. Rendszereztem, és a magyarországi alkalmazhatóság szempontjából értékeltem a vegetációtűz oltásnál alkalmazható eszközöket. Összeállítottam a szakmai és ökonómiai szempontból ideális felszerelést tűzoltóságok és erdőgazdálkodók számára.
11. Elemeztem a tüzek oltásánál alkalmazott tűzoltási taktikát égéseméleti szempontból, tűzterjedési modell és modellező szoftverek segítségével. Megállapítottam, hogy a Magyarországon alkalmazott tűzoltási taktika veszélyes, és nem eredményes különösen nagyobb kiterjedésű koronatüzek esetén. Bemutattam az alternatív taktikákat és bizonyítottam, hogy alkalmazásuknak jogi akadály nincs.
12. Értékeltem a nagyterjedésű erdőtüzeknél alkalmazott vezetési rendszert, és megállapítottam annak hiányosságait. Bemutattam a nemzetközi közösség által kidolgozott egységes vezetési rendszer alkalmazásának előnyeit, javaslatot tettem a hazai vezetési struktúra kialakítására.

## 11 Köszönetnyilvánítás

Köszönöm feleségemnek és szüleimnek, hogy erdőtüzekkel kapcsolatos munkámat mindig és mindenben segítették.

Köszönöm a Global Fire Monitoring Center, a Max Planck Intézet Tűzőkológiai Munkacsoport, az USDA Forest Service, a Canadian Forest Service, az Alberta Forest Service, a Working on Fire RSA, az Erdő és Faanyagvédelmi Intézet, a lengyel Erdészeti Tudományos Intézet Erdőtűz Laboratórium, a Bundesforste Lausitz-i Igazgatóság, a Szendrői Tűzoltóság, az Aggteleki Nemzeti Park, a Pilisi Parkerdő Zrt. és az Állami Erdészeti Szolgálat munkatársainak nélkülözhetetlen támogatásukat.

Köszönöm minden erdész és tűzoltó barátomnak önzetlen segítségüket, mellyel néha furcsa és szokatlan kéréseimet támogatták, meglepő kérdéseimre választ, ötleteim megvalósításához számtalan tanácsot adtak.

Nagy Dániel

Szentendre, 2008. április 15.

## 12 Táblázatok jegyzéke

- 4.1 Táblázat Magyarországi vegetációtüzek osztályozása
- 5.1 Táblázat Vonalas felújítások alkalmazott változatai
- 6.1. Táblázat Felvételező quadrát alkalmazott mérete egyes biomassza típusokban
- 6.2. Táblázat Fő biomassza modellek Magyarországon
- 6.3. Táblázat Magyarországi biomassza modellek statikus adatai
- 7.1 Táblázat Egyes tűzterjedési modellek alkalmazhatósága
- 7.2. Táblázat Terjedési sebesség meghatározására alkalmas módszerek összehasonlítása
- 9.1. Táblázat Egyes eszközök alkalmazhatóságát a magyarországi vegetációtüzeknél az alkalmazott taktika függvényében
- 9.2 Táblázat Tűzoltóságoknak javasolt kiskategóriás erdőtüzes szer és a kezelőszemélyzet felszerelése (beszerzési árak eFt-ban)
- 9.3. Táblázat Felszerelés és védőfelszerelés egy kézieszközös rajra (6 fő)
- 9.4. Táblázat Erdészeteknek, nemzetiparkoknak javasolt kiskategóriás erdőtüzes szer és a kezelőszemélyzet felszerelése (beszerzési árak eFt-ban)
- 9.5. Táblázat Kézi felszerelés és védőfelszerelés 10 főre
- 9.6. Táblázat Minta erdeifenyő állomány paraméterei

### MELLÉKLET

- 1. Táblázat Erdőtűz okok 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 2. Táblázat Erdőtüzek méret szerinti megoszlása 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 3. Táblázat, Erdőtüzek tüztípus szerinti megoszlása 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 4. Táblázat Erdőtüzek éghetőanyag (biomassza) modell szerinti megoszlása 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 5. Táblázat Egyes célcsoportok elérésére használt kommunikációs eszközök és jellemzőik (Lomniczy-Nagy 2006)
- 6. Táblázat A tűzterjedés - modellező szoftverek jellemzése
- 7. Táblázat Erdőtüzes szer állomás-helyek a 6/2006. (XI. 20.) ÖTM rendelet alapján és a meglévő szerek típusa és márhája (2007. augusztusi állapot)
- 8. Táblázat Az értekezésben alkalmazott fa- és cserjefaj rövidítések

*Az értekezésben a forrás vagy irodalmi hivatkozás nélkül szereplő táblázatok a szerző munkái.*

## 13 Ábrák jegyzéke

- 3.1. Ábra Erdőtüzek száma a Déli-tagállamokban (forrás: EC-JRC EFFIS)
- 3.2. Ábra Vegetációtüzek kiterjedése (ha) a Déli-tagállamokban (forrás: EC-JRC EFFIS)
- 4.1. Ábra Erdei tűzkárok 1993-2007 között, (forrás ERTI, Hirka 2008)
- 4.2. Ábra Vegetációtüzek száma és megoszlása Magyarországon az OKF adatai alapján
- 4.3. Ábra Erdőtüzek száma és az összes leégett terület 1999-2007 között, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 4.4. Ábra A leégett átlagos terület 1999-2007 között, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 4.5. Ábra Erdőtüzek szám havi bontásban 2007-ben, MGSZH Erdészeti Igazgatóság
- 5.1. Ábra Magyarország Megyéinek erdőtűz veszélyeztetettségi besorolása, forrás MGSZH Erdészeti Igazgatóság, Német –Magyar Twinning projekt
- 5.2. Ábra Új erdőtűzmegeelőzési szimbólum, (Lomniczy – Nagy. 2006)
- 5.3. Ábra „Tűzre váró” tölgy erdősítés
- 5.4. Ábra Széles felújítási vonal a Pilisvörösvár 10 B erdőrészletben, kialakítás ideje 2000, 2. ütem 2007
- 5.5. Ábra Széles-vonalas felújítás támadóvonala oldalról a bontott állományrész felől
- 6.1. Ábra Quadrátos mintavétel 0,10 négyzetméteres ráccsal 7-es modellnél
- 6.2. Ábra Quadrátos mintavétel 0,25 négyzetméteres ráccsal a 6-os modellben a 3/1 számú mintaterületen
- 6.3. Ábra Vonalas mintavétel „go-no-go” eszközzel a 7-es modell 4/3 mintaterületén
- 6.4. Ábra Kombinált mintavétel
- 7.1. Ábra Huygens elv alkalmazása tűzterjedési modellezésnél (Finney 1998)
- 7.2. Ábra Terepasztal 9-es biomassza modell minta égetése, és értékelése
- 7.3. Ábra Tűzterjedési sebesség változás felülete a 8 biomassza modellben
- 7.4. Ábra Tűzterjedési sebesség változás a 8-as biomassza modellben 7 %-os 1 órás nedvesség
- 7.5. Ábra Tűzterjedési sebesség változás a 9-es biomassza modellben
- 7.6. Ábra Terjedési sebesség az egyes biomassza modelleknél nagyon alacsony nedvességtartalom (3,4,5,30,60) mellett.
- 8.1. Ábra Az 1-es biomassza modellben keletkezett tűz területének növekedése
- 8.2. Ábra Az 1-es biomassza modellben keletkezett tűz kerületének növekedése
- 8.3. Ábra FARSITE alkalmazás kétdimenziós modellezés közben
- 8.4. Ábra Tűzterjedés ábrázolása LANDSAT TM műholdképen
- 9.1. Ábra Erdőtűzes szerek száma Magyarországon
- 9.2. Ábra Erdőtűzes szerek megoszlása kategóriánként
- 9.3. Ábra A beszerzett U-500 Unimog (zalaegerszegi tűzoltóság weboldala)

- 9.4. Ábra 6 személyes erdőtűzes Unimog
- 9.5. Ábra Erdőtűzes Unimog, elején szárazúzóval
- 9.6. Ábra Távvezérlésű monitorfej erdőtűzes Unimogon
- 9.7. Ábra Tűzoltók gyorsbeavatkozóval, Bristol védőruhában (foto: [www.langlovagok.hu](http://www.langlovagok.hu))
- 9.8. Ábra A „könnyített” védőruha (foto: [www.langlovagok.hu](http://www.langlovagok.hu))
- 9.9. Ábra Egy állami erdőgazdaság alvállalkozói „védőruhában” indulnak egy koronatűzhöz
- 9.10. Ábra Tűzoltó lapát és –gereblye tesztje gyepterületen, közvetett taktikánál
- 9.11. Ábra Szendrői tűzoltók kiégetésnél flexi puttonyfecs kendőkkel
- 9.12. Ábra Tűz által érintett terület növekedése
- 9.13. Ábra Tűzkerület növekedése

## MELLÉKLET

- 1. Ábra Új vegetációtűz adatlap
- 2. Ábra Kombinált biomassza felvételi adatlap
- 3. Ábra Infrakamerás felvétel a 6.-7. biomassza modell Aggtelek 9. számú kísérleti égetésről
- 4. Ábra Hagyományos felvétel az 1.-2. biomassza modell Tornakápolna 2. számú kísérleti égetésről (balsarokban a szélirány, jobb sarokban az idő került feltüntetésre)
- 5. Ábra Lánghosszúság az egyes biomassza modelleknél nagyon alacsony nedvességtartalom (3,4,5,30,60) mellett.
- 6. Ábra Különböző teljesítményű és áru mobil tűzoltó egységek
- 7. Ábra Kéziszerszámok
- 8. Ábra Puttonyfecs kendők
- 9. Ábra Puttony-habképző tesztje erdeifenyves állományban
- 10. Ábra Mobil habképző quadon

*Az értekezésben a forrás vagy irodalmi hivatkozás nélkül feltüntetett ábrák a szerző munkái és felvételei.*



## 14 Felhasznált Irodalom

- Andrews, Patricia L. 1987. The National Fire Danger Rating System as an indicator of fire business. In: Proceedings, 9th conference on fire and forest meteorology; 1987 April 21-24; San Diego, CA. Boston, MA: American Meteorology Society: 57-62.
- Andreae, M. O.- Goldammer J.G. 1992. Tropical wildland fires and other biomass burning: environmental impacts and implications for land use and fire management. In: Cleaver, K. et al. (ed): Conservation of West and Central African rain forest. The World Bank. Washington, p. 79-109
- Anderson, H. E. 1983 Predicting Wind-Driven Wild Land Fire Size and Shape. Research Paper INT-305. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station
- Anonymus, 1910. Conference of forest officers on fire protection held at Poona on July 15th and 16th, 1910 Ind. For. 36, p. 562-566
- Beer, T. and I.G. Enting. 1990. Fire spread and percolation modelling. Mathl. Comput. Modeling 13(11):77-96.
- Brain, C.K. – Sillen, A. 1988. Evidence from the Swartkrans cave for the earliest use of fire, Nature 336. 464-466
- Brauer, M. 1999. Health impacts of biomass air pollution. In: Health guidelines for vegetation fire events: Background papers. Ed. Kee-Tai Goh - D. Schwela - J.G. Goldammer - O.Simpson, 69 p.
- Brown, J.K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-16, Intermt. For. and Range Exp. Stn. Ogden, Utah.
- Burgan, R. E. 1988. Revisions to the 1978 National Fire-Danger Rating System. Res. Pap. SE-273. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 39 p.
- Busse W. 1908. Die periodischen Grasbrände im Tropischen Afrika, ihr einfluss auf die Vegetation und ihre Bedeutung für die Landeskultur. Mitt. Dtsch. Schutzgebiete 21. p. 113-139
- Byram, G.M. 1959. Chapter Three, Combustion of Forest Fuels. In: Davis, .K.P., Forest Fire: Control and Use. McGraw-Hill. New York.
- Canadian Forestry Service. 1984. Tables for the Canadian Forest Fire Weather Index System. 4<sup>th</sup> edition. Environment Canada, Canadian Forest Service, Ottawa, ON. Forestry Technical Report 25. 48 p.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. Journal of Forestry 39: 388-394.

- Chandler, C. – Cheney, P. – Thomas, P. – Trabaud, L. – Williams, D. 1991. Fire in Forestry. Krieger Publishing. Malbar. Florida
- Clarke, K.C., J.A. Brass, and P.J. Riggan. 1994. A cellular automaton model of wildfire propagation and extinction. Photogrammetric Eng. and Remote Sensing 60(11):1355-1367.
- Cole, M.M. 1986. The savannas. Biogeography and geobotany. Academic Press London p 438.
- Core, - Peterson. 2001. Public Health and Exposure to Smoke, in NWCG: Smoke management Guide for prescribed and wildland fire, Edition NFES 1279
- Crutzen, P.J. - Goldammer, J.G. 1993. Scientific Rationale and Summary of Results of the Dahlem Workshop, in Crutzen –Goldammer ed. Fire in the environment, the ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires, Wiley New York, p. 1-12
- Debreceni P. – Held A.C. –Nagy D. 2006. Twinning Project: Hungary – Germany “Implementation of the new Regulation Forest Focus – Forest Fire” Mission Report Nr. 3 Fire Database, AESZ-CFCU Budapest
- Department of Water Affairs and Forestry. 2004. National Veld and Forest Fire Act 101/1998, Pretoria
- De Ronde, C. 1984. Litter accumulation problems identified in *P. pinaster* stands of the Cape Province. South African Forestry Journal: 48-52.
- Deutsches Institut für Normung, 1998. Luftbeschaffenheit Festlegung von Partikelgrößenverteilungen für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme. Beuth Berlin
- Dimitrakopoulos A.P. – Mitsopoulos L.D 2006 Global Forest Resources Assessment, Report on the Mediterranean Region, UN-FAO Rome
- Edwards, D. 1984. Fire regimes in biomes of South Africa. In ecological effects of fire in South Africa ecosystems (P. de V. Booysen – N.M. Tainton, Eds.), Ecol Stud 38. Spingler Verlag Berlin
- Environmental Protection Agency Region 8, 1997. Public health effects of ozone and fine particle pollution, Environmental Fact Sheet
- Etienne, M. ; Mas, I. ; Rigolot, E. 1994 – Combining techniques of fuel reduction for fuel-break maintenance in the French Mediterranean region. 2nd International Conference on Forest Fire Research, 21-24 November 1994, Coimbra, Portugal, II: 713-721.
- Étienne, M. and C. Legrand 1994. A non-destructive method to estimate shrub land biomass and combustibility. Pp. 425-434 In Proc. 2nd Int. Conf. Forest Fire Research, Vol. I. Nov. 1994, Coimbra.
- FAO 1982. Recommendations arising from the Workshop on Shifting cultivation and Extension. FAO Rome- University of Ibadan

- FAO 1985. Tropical Forestry Action Plan. FAO Rome
- FAO 1986. Wildland Fire Management Terminology. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Forestry Paper 70
- FAO-UNEP: Tropical Forest resources assessment, FAO Rome
- FAO 2000. Forest Resource Assessment 2000, FAO Rome
- Fischer, C.E. 1906. A new method of fire protection. *Indian Forester* 39. 434-435
- Finney, M., and R. Martin. 1993 Fuel loading, bulk density, and depth of forest floor in coast redwood stands. *Forest Science* 39(3): 617-622.
- Finney, M. 1998. FARSITE: Fire Area Simulator, USDA Forest Service, RMRS
- French, I.A. 1992. Visualisation techniques for the computer simulation of bushfires in two dimensions. M.S. thesis, University of New South Wales, Australian Defence Force Academy, 140 p.
- Frost, P. G. H. – Jurvélius M – Kamminga E M – Goldammer J.G. – Kruger T. – Moody M. - Pogeyed S.I. 2001. Community participation in integrated forest fire management: experiences from Africa, Asia and Europe
- Furyaev, V.V. – Goldammer, J. G. (ed.) 1996. Fire in ecosystems of boreal Eurasia, Kluwer Academic Publ., Dordrecht,
- GFMC 1999. FAO / GFMC Wildland Fire Management Terminology, GFMC Freiburg, [www.gfmc.org](http://www.gfmc.org)
- GFMC-UN-OCHA 2002. Fire Incident Assessment, U Minh Ha Forest and U Minh Thuong National Park Ca Mau and Kien Giang Provinces, Vietnam, GFMC/OCHA Hanoi-Freiburg-Genf
- GFMC 2004. Costa-Rica, Guatemala Fire Incident reports 2004 March. April. May, [www.gfmc.org](http://www.gfmc.org)
- Goldammer, J.G. 1978. Feuerökologie und Feuer Management, Freiburger Waldschutz Abh. 1.
- Goldammer, J.G. 1993. Feuer in Waldökosystem in Tropen und Subtropen, Birkhäuser, Basel Boston Berlin
- Goldammer, J.G. 1994. Vegetation fires and their effects on global climate. *Natural Resources and Development*. Volume 40. Tübingen
- Goldammer, J.G. 2004. International cooperation in wildland fire management. *Unasylva*. 55. 217. p. 3-8
- Gorie, R.M. 1926. Forests Fire control. *Indian Forester* 80, 2-5
- Gupia, T. – Guleria, A. 1982. Some economic and management aspects of a non wood forest product in India Tendu leaves. Oxford and IBH Publ. New Delhi. p. 119
- Hartmann, A.W. 1949. Fire as a tool in Southern Pine. In: *Yearbook of agriculture*. Washington p. 517-522.
- Held, A. – Vuorinen, P. – Nagy, D. 2004. Community Based Fire Management, FAO-GFMC-UNU, Nelspruit RSA

- Heil, A. – Goldammer, J.G. 2001. Smoke, –haze pollution: a review of the 1997 episode in Southeast Asia, in regional environment change. Spingler Verlag
- Heizler Gy. 2006. A tüzesetek száma és a biztonság alakulása. Területi Statisztika, 46. évf. (4): p. 411-427
- Henniker, G. – Gotley, G. R. 1936: A forest fire caused by falling stones. Ind.For. 62, p. 422-423
- Hesmer, H. 1975. Leben und Werk von Dietrich Brandis (1824-1907) Abh. Rhein. Westfäl. Akad. Wiss. Bd. 58. Westdeutscher Verlag
- Hoffman, A. – Goldammer, J.G. 2002. Fire situation in Indonesia, International Forest Fire News 26. p. 37-45
- Hortobágyi, T. - Simon T., (szerk.) 1981. Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest
- Jordan, C.F. 1985. Nutrient cycling in tropical forests ecosystems. John Willey, New York p. 189
- EU-JRC-DGAG 2006: Forest Fires in Europe 2005, EU Brüsszel
- Juvelius, M. 2003. Fires are increasingly damaging the world's forests. UN-FAO Rome
- Kilgore, B.M. – Briggs, G.S. 1972. Restoring fire to high elevation forest in California. J. For. 70. p. 266
- Komarek, E.V. 1973. Ancient fires Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. 12. Tallahassee Florida. p. 219-242
- Komarek, E.V. 1977. Tall Timbers Research Station. A Quest for ecological understanding TTRS publ. 5
- Kourtz, P. and W.G. O'Regan. 1971. A model for a small forest fire to simulate burned and burning areas for use in a detection model. For. Sci. 17(2):163-169.
- Lamprecht, H. 1961. Tropenwälder und tropische Waldwirtschaft, Schweiz Forstwesen 32
- Lamprecht, H. 1986. Waldbau in den Tropen. Die tropische Waldökosysteme und ihre Baumarten. Parey Hamburg-Berlin. 318p
- Lanly, J.P. 1985. Defining and Measuring shifting cultivation. Unasylva 37(147), 17-21
- Lomniczy – Nagy. 2006 Forest Focus Tűzmegelőzési Projekt, Kutatási jelentés, Wildlandfire Consulting, Szentendre
- Mägdefrau K. 1953. Paläobiologie der Pflanzen. G.Fischer, Jena, 2. Aufl., 438 p.
- McCormick, J. 1973. Assessing maritime pine fuel quantity. Res. Paper No. 7, Forests Dpt. of West. Austr., Perth.
- Myers R. 2004. Integrated fire management, in Held A.-Vuorinen P.–Nagy D. 2004. Community Based Fire Management, FAO-GFMC-UNU, Nelspruit RSA
- Montag, S. 1990. Brandrodungsformen zum Zwecke der Landwirtschaftlichen Zwischennutzung in den Wäldern Europas, Dipl. Arb. Forstzoologische Inst. Uni Freiburg

- MPI Feuerökologie und Biomassverbrennung AG. 1994. Feuer in Umwelt, Freiburg, Max Planck Institut
- Nagy, D. – Held, A. 2002. Bush and forest fires in Australia, incident report, situation analysis. Current & Archived Significant Global Fire Events and Fire Season Summaries. [www.gfmc.org](http://www.gfmc.org)
- Nagy, D. – Held, A.- Scholz, C. 2003. Bush and forest fires in Southern California, incident report, situation analysis. Current & Archived Significant Global Fire Events and Fire Season Summaries. [www.gfmc.org](http://www.gfmc.org)
- Nagy, D. 2003a. Az erdő- és vegetációtüzek elleni védekezés módszerei, oktatási segédlet, Lövér Print
- Nagy, D. 2003b. Erdei tűzkárok elleni védekezés fejlesztése, in NYME NKFP projekt, Sopron
- Nagy, D. 2004a. Erdő és vegetációtűz problémák a világban, Védelem XI./1, p. 39-41
- Nagy, D. 2004b. Erdőtüzek megelőzése a nemzetközi tapasztalatok tükrében, Védelem XI./3,
- Nagy, D. 2004c. Az erdőtűzoltás fejlesztési lehetőségei a nemzetközi tapasztalatok tükrében, Védelem XI./4
- Nagy, D. 2004d. Erdőtüzek a világban, Erdészeti Lapok, CXXXIX/ 4,
- Nagy, D. 2004e. A nemzetközi-jogi erdő rezsím fejlődése, ELTE-ÁJK évfolyamdolgozat
- Nagy, D. 2004f. A magyarországi erdő és vegetációtüzek statikus és dinamikus paramétereinek elemzése. in Integrált környezetvédelmi megfigyelő és riasztási rendszer fejlesztése vegetációtüzek korai észlelésére, KMFA/KMF projekt, kutatási jelentés 1. kötet
- Nagy, D. 2004g. Vegetációtűz oltási kézikönyv, megjelenés alatt
- Nagy, D. – Goldammer J.G. - Held A.C. 2004. Stand und Perspektiven der Anwendung von kontrolliertem Feuer in Naturschutz und Landespflege in Deutschland, NNA Berichten
- Nagy D. 2006. Twinning Project: Hungary – Germany “Implementation of the new Regulation Forest Focus – Forest Fire” Mission Report Nr. 1 Legal Harmonization, AESZ-CFCU Budapest
- National Wildfire Coordinating Group 1994. Intermediate wildland fire behavior S290, NIFC Boise
- Nelson, R.M. 1991 A model of diurnal moisture change in dead forest fuels, 11th conference on fire and forest meteorology, Missoula, MT, 109-116.
- Nelson, R.M.. 2000 Prediction of diurnal change in 10-h fuel stick moisture content. *Canadian Journal of Forest Research* 30, 1071-1087.
- Nikola Nikolov 2006. Global Forest Resources Assesment, Report ont he Balkan Fire, UN-FAO Rome

- Orville, R.E. - Henderson R.W. 1986. Global distribution of midnight lighting. *Monthly Weather Rev.* 114. p. 2640-2653
- Paládi-Kovács, A. 1979. A magyar parasztság rétgazdálkodása. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 540.
- Phillips, J. 1930. Fires: its influence on biotic communities and physical factors in South and East Africa. *South Africa J. Sci.* 27. 352-367
- Phonboon, K. (ed) 1998. Health and environmental impacts from the 1997 Asian haze in Thailand. HSRI Bangkok
- Pitts, W.M. 1991. Wind effects on fires, *Prog. Energy Combust. Sci.*, 17: 83-134.
- Peet, G.B. 1967. The shape of mild fires in Jarrah forest. *Austr. For.* 31(2):121-127.
- Précseyi, I. 1981. A növénytársulások struktúrája. In: Hortobágyi T. – Simon T. (szerk): *Növényföldrajz, társulástan és ökológia.* – Tankönyvkiadó, Budapest, 2. kiadás: 1991, p. 202-224.
- Pring, N.G. Bakhsh, A. 1940. Fire protection in high hill forests. *Ind. For.* 56. 70-79
- Pyne, S.J. 1982. *Fire in America. A cultural History of wildland and rural fire.* Princeton Univ. Press, New Jersey. 654 p.
- Pyne, S.J. 1990: Fire conservancy: The origins of wildland fire protection in British India, America and Australia. In: Goldammer, J. G. (ed.) *Fire in the tropical biota ecosystem processes and global challenges.* Ecological Studies 84, Spingler Verlag, Berlin-Heidelberg-New York p. 497.
- Rensburg, H.J. van 1972. Fire: its effects on grasslands including swamps. – Southern, Central and Eastern Africa. *Ann. Tall Timbers Fire Ecol Conf.* 11. Tallahassee. Florida p. 175-199
- Restás, Á. 2004. Szendrő-Type Integrated Vegetation Fire Management: A Vegetation Fire Management Program from Hungary. *Eliadás, Monitoring Science and Technology Symposium, Denver, Egyesült Államok,*
- Restás, Á. 2006 *Wildfire Management at Aggtelek National Park, Hungary Integrated Vegetation Fire Management.* Eliadás, IV Simposio Internacional sobre el Manejo Sostenible de los Recursos Forestales I Taller Internacional sobre Manejo del Fuego, Pinar del Río, Kuba, 2006
- Rigolot, E. and M. ETIENNE. 1996. Litter thickness on tree covered fuel-break maintained by grazing, In *Western European silvopastoral systems,* Etienne M. (Ed), INRA Editions, Paris : 111-122.
- Richards, G.D. 1990. An elliptical growth model of forest fire fronts and its numerical solution. *Int. J. Numer. Meth. Eng.* 30: 1163-1179.
- Richards, G.D. 1993. The properties of elliptical wildfire growth for time dependent fuel and meteorological conditions. *Comb. Sci. Tech.* 92:145-171.
- Seibert, B. – Goldammer, J. G. 1989. Natural rain forests fires in Eastern Borneo during the Pleistocene and Holocene, *Naturwissenschaften* 76, p. 518-520

- Seiler, W. Crutzen, P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climatic Change* 2, p. 207-247
- Skolovin, J.M. 1972. The influence of fire on important range grasses of East Africa. *Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecol Conf.* 11. Tallahassee. Florida p. 201-217
- Sneeuwjagt, R.J. 1973. Measuring forest fuels. Res. Paper No. 9, Forests Dpt. West. Austr., Perth.
- Soares, R.V., A. Batista, and L De Souza 2002. Fuel loading in *Eucalyptus dunnii* and *Pinus taeda* plantations in southern Brazil. In *Proc. IV Int. Conf. on Forest Fire Research & 2002 Wildland Fire Safety Summit*, Viegas, D.X. (Ed.), Luso, 18-23 Nov. Millpress Science Publishers, Rotherdam.
- Soó, R. 1964. Cönológiai alapfogalmak, Magyarország növényzetének története, Magyarország florisztikai és cönológiai növényföldrajza. In: Soó R.: *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 64-69, 87-93, 96-129.
- Standovár, T. 1996. A társulások szerveződése és jellemzése. Növénytársulások dinamikája. In: Mátyás Cs. (szerk.). *Erdészeti ökológia.* – Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 48-63, p. 72-92.
- Szabó, 1957. A Körös és a Berettyó alsó folyása vidékének rétgazdálkodása. - *Néprajzi Közlemények* 2 (3-4). p. 94.
- Szalai-Mika. 2006. Az új évezred környezeti kockázatai. *Védelem* 2002 (6) p.25-29
- De Ronde, C. – Goldammer, J.G. 2004. *Wildland fire management handbook for Sub-Saharan Africa*, GFMC Freiburg
- Trollope, W.S.W. 1974. The role of fire in preventing bush encroachment in Eastern Cape. *Proc. Grassland Soc. South Africa* 9, p. 67-72
- Turman, B.N. – Edgar, B.C. 1982. Global lightning distributions at dawn and dusk. *J. geophys. Res.* 87, p. 1191-1206
- Turner, J.A.; Lawson, B.D. 1978. *Weather in the Canadian Forest Fire Danger Rating System: a user guide to national standards and practices.* Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. Information Report BC-X-177. 40 p.
- Vanha-Majamaa I. 2006 *Global Forest Resources Assesment, Report on the Baltic region and adjacent countries*, UN-FAO Rome
- Van Wagner, C.E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. *Forest Science* 10: 267-276.
- Van Wagner, C.E. 1969. A simple fire growth model. *Forestry Chron.* 45:103-104.
- Van Wagner, C.E. 1973. Height of crown scorch in forest fires. *Can J. For. Res.* 3:373-378.
- Van Wagner, C.E. 1977. Conditions for the start and spread of crownfire. *Can. J. For. Res.* 7:23-34.

- Van Wagner, C.E. 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forest Service, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, ON. Forestry Technical Report 35
- Vogl, R.J. 1969. The role of fire in the evolution of the Hawaiian flora and vegetation. Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. 9, p. 5-60
- Walstadt, J.D. et al. 1990. Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests. Oregon State University Press. Corvallis
- Wedeking, G.W. 1847. Über die Landwirtschaftliche Zwischennutzung. Allg. Forst und Jagdztg. 13, 88-92
- Weiss, K.F. 1990. Abschätzung der jährlichen Biomassenverbrennung und Kohlenstoffemissionen aus Wald und Savannenbränden in Tropen und Subtropen. Dipl. Arb. Forstzool. Inst. Univ. Freiburg 88p.
- West, O. 1972. Fire man and wildlife as interacting factors limiting the development of climax vegetation in Rhodesia. Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. 11, p. 121-145. Tallahassee. Florida
- Wilcoxson, K.H. 1966. Chains of fire-the story of volcanoes. Chilton books, Philadelphia. p. 235
- Wittich, K.-P. 2005 A single-layer litter-moisture model for estimating forest-fire danger Meteorologische Zeitschrift, 14., S. 157-164
- World Health Organization 1998. Bi regional workshop on health impacts of haze related air pollution, Kuala Lumpur 1-4 Jun, WHO Geneva



## 15 Melléklet